

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
ESCUELA DE SUELOS Y AGUA

TRABAJO DE DIPLOMA

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA
VALORACIÓN DEL DAÑO POR EROSION ACTUAL
(VADEA)
EN PARCELAS CON DIFERENTES PRÁCTICAS DE CSA
(SAN RAMON, MATAGALPA 1997)**

**Autores: Rosa Argentina Lira Ulloa
Flor de Liz Ruiz Ramírez**

**Asesores: Lic. Msc. Kai Schrader
Ing. Jairo Morales**

Managua, Julio de 1998

DEDICATORIA

A Dios por otorgarme el regalo de la vida y poder estar presente en la culminación de mi estudio universitario.

Este pequeño esfuerzo lo dedico con mucho amor y cariño a cada una de las personas que representan lo más importante de mi vida por que con su apoyo pude seguir adelante hasta alcanzar la meta deseada.

A mis padres: Eneydi Ramirez y Gilberto Ruiz por que son la base fundamental de mi existencia, además por la comprensión y el incondicional amor que siempre me brindaron, de igual manera a mi tía Auxiliadora Miranda.

A mis hermanas y hermanos: En especial a Tania y Ericka por el apoyo y la paciencia que siempre tuvieron, Cheyenne, Karla, Yader y Gilberto y a mi pequeño sobrino Guille.

A mis amigas y amigos a los cuales siempre tendré presente y que de una u otra forma conté con su apoyo en especial a: Nortan Ruiz, Yader Cajina, Ligia Rojas, Zela Blanco, Deyanira Flores, Xochilt Fuentes, Ana Maria Méndez, Pavel Sólis Róger Larios y Noel Castrillo.

Flor de lis.

DEDICATORIA

A la santísima Virgen María y sobre todo al señor mi Dios, por prestarme la fuente más importante para la realización de este trabajo la vida. Por ser mi fortaleza más tenaz en los momentos difíciles y principalmente por darme la oportunidad de tener conmigo y dedicarle este pequeño pero significativo triunfo a los seres más esenciales que rodean mi existencia:

A mi madre Angela Ulloa Suazo, por su gran amor, comprensión y sacrificios que juntas vamos superando, ayudándome a obtener una de mis metas más deseadas que también es suya.

A mi hijo Gerald Lira Ulloa, por que desde el momento que formó parte de mí, Dios me dio el privilegio de tener la principal fuente de motivación y superación de mi vida.

A la memoria de mi padre Salvador Lira Estrada que siempre tendré presente.

A mis hermanas, hermanos a mis apreciados sobrinos: Leoncio, Alexander, Mariano, Jerón y a mi tío el Dr. Sergio Lira y su esposa Dora.

A la señora Tereza Hernández, por su cariño y apoyo incondicional.

Con un inmenso cariño a Gerald Lutter, Silvester Massimo Vecchi, Leana Nuñez y Leana Bello de la Fundación UNICARAGMA, quienes contribuyen día a día a brindar una de las mejores oportunidades de superación.

A mis amigas y amigos que de una u otra forma han estado siempre conmigo: Lic. Lissette Osorio, Elena, Johana, Judith, Kochilt, Prof. Juan Castellón, Holmes y muy especialmente a Edgard Vanegas Rodríguez.

Rosa Lira Ulloa.

AGRADECIMIENTOS.

Nuestro mayor agradecimiento a Dios por la vida, por ser nuestro guía e iluminarnos para hacer posible la finalización de nuestro estudio.

Las autoras del presente trabajo queremos reconocer a las diferentes personas que contribuyeron a la realización de este estudio, a quienes brindamos nuestra más sincera gratitud:

- Muy especialmente a nuestro asesor **Kai Schrader**, por su constante apoyo, voluntad y paciencia en las sugerencias brindadas para la elaboración de nuestra investigación, pero sobre todo agradecemos su sincera amistad.
- La asesoría otorgada por el **Ing. Jairo Morales** por sus aportes, dedicación y por la extremada paciencia en la revisión de este trabajo.
- A todo el personal del **Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC)**, por su colaboración, apoyo y especialmente por la confianza que depositaron en nosotras de forma que logramos finalizar nuestro trabajo de Diploma. Agradeciendo principalmente a la **Lic. Nubia Manzanares** y **Doña María Elena** quienes nos brindaron una atención excepcional
- A nuestro amigo el **Ing Bismark Mendoza** por la disposición e interés en el desarrollo de nuestra tesis. Al **Ing. Ignacio Rodríguez** por su apoyo en la recopilación de la información de suelos de la zona.
- A la escuela de Suelos y Agua por habernos orientado los tres últimos años de la carrera
- A la **Unión de Cooperativas Agropecuarias Augusto Cesar Sandino, de San Ramón (UCA- San Ramón)**, en especial a la atención brindada por **Santiago Dolmus** y **Doña Blanca** quién nos facilitó aportes valiosos para el enriquecimiento del presente estudio.

- Agradecemos de manera especial al apoyo concedido por los 15 productores, dueños de las parcelas estudiadas, aportadores de mucha información presentada en este trabajo y sin los cuales hubiera sido difícil terminarlo Sres. **Ramón Vanegas, José Díaz, Danilo Brenes, Santos Pérez, Eulalia Fisher, Andrés López, Julio Díaz, Gilberto Brenes, Ariel Alegría, Boanerges Alvarado, Cipirano Mendoza, Pedro Cruz, Victorino Tercero, Pantaleón Rodríguez, Santos Hernández, Juan García y Pedro González.**
- Finalmente un agradecimiento recíproco por una buena coordinación de equipo por la voluntad y paciencia en la realización de nuestro trabajo, así como las divergencias, esfuerzos y alegrías vividas durante el tiempo que le dedicamos al mismo.

Flor y Rosa.

INDICE GENERAL

	pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE GENERAL	v
LISTADO DE CUADROS	x
LISTADO DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
SUMMARY	xiv
1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- OBJETIVOS	3
2.1.- Objetivo General	3
2.2.- Objetivos Especificos	3
3.-REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1.- Erosión	4
3.2.- Fases del Proceso de Erosión Hidrica	4
3.2.1- Desprendimiento	5
3.2.2.- Transporte	5

3.2.3.- Sedimentación	5
3.3.- Formas de Erosión Hídrica	5
3.3.1.- Erosión por Salpicamiento	5
3.3.2.- Erosión Laminar	6
3.3.3.- Erosión en Surcos	6
3.3.4.- Erosión por Cárcavas	6
3.4.- Factores que Influyen en la Erosión Hídrica	6
3.4.1.- Clima	7
3.4.2.- Topografía	7
3.4.3.- Suelo	7
3.4.4.- Cobertura Vegetal	8
3.4.5.- Manejo del Suelo	8
3.5.- Riesgos para la Producción en Terrenos de Ladera	8
3.5.1.- Laderas	8
3.6.- Importancia de la Medición y Cuantificación de Erosión	9
3.7.- Métodos de Medición y Cuantificación de Pérdidas de Suelo	11
3.8.- Metodología VADEA	11
3.9.- Conservación de Suelos y Agua	12
3.9.1.- Prácticas de Conservación de Suelos y Agua Implementadas en San Ramón	12
3.9.1.1.- Prácticas Agronómicas en el Manejo del Suelo	12
3.9.1.1.1.- Incorporación de Rastrojo, No Quema	12
3.9.1.1.2. No Quema y Manejo de Rastrojo	13
3.9.1.1.3.- Cero Labranza	13

3.9.1.1.4.- Labranza Mínima	13
3.9.1.1.5.- Siembra al Espeque	13
3.9.1.1.6.- Siembra en Contorno	14
3.9.1.1.7.- Siembra en Relevo	14
3.9.1.1.8.- Cultivos intercalados con Caupi	14
3.9.1.2.- Retención con Obras Físicas	14
3.9.1.2.1.- Acequias a nivel	14
3.9.1.2.2.- Barreras Muertas (Piedras)	15
3.9.1.2.3.- Barreras Vivas	15
4.- MATERIALES Y MÉTODO	16
4.1.- Localización del Municipio de San Ramón	16
4.2.- Aspectos biofísicos	17
4.2.1.- Clima	17
4.2.2.- Relieve	20
4.2.3.- Hidrografía	22
4.2.4.- Geología	22
4.2.5.- Vegetación natural	24
4.2.5.1.- Bosque Agrícola Ralo	24
4.2.5.2.- Bosque Agrícola Denso	24
4.2.5.3.- Bosque Agrícola Forestal	25
4.3.- Aspectos socioeconómicos	25
4.3.1.- Infraestructura	25

4.3.2.- Producción	25
4.3.3.- Tipos de productores	27
4.3.3.1.- Obreros Agrícolas	27
4.3.3.2.- Semiproletarios	28
4.3.3.3.- Finquero Cafetalero	28
4.3.3.4.- Mediano y Gran Empresario Intensivo	28
4.3.3.5.- Sector Campesino Beneficiado por la Reforma Agraria	29
4.4.- Metodología	30
4.4.1.- Fase I: Preparación y selección de la zona	30
4.4.2.- Fase II: Selección de las parcelas	31
4.4.3.- Fase III: Reconocimiento de las parcelas	32
4.4.4.- Fase IV: Muestreo y mapeo de los efectos de erosión	33
4.4.4.1.- Descripción de los Formatos Utilizados en la Recopilación de la Información	34
4.4.4.1.- Formato I	34
4.4.4.2.- Formato II	34
4.4.4.3.- Formato III	36
4.4.4.4.- Formato IV	37
4.4.4.5.- Formato V	38
4.5.- Fase V: Análisis de los datos	38
4.5.1.- Análisis de los mapas	41
4.6.- Fase VI: Devolución de la Información	42

5.- RESULTADO Y DISCUSIÓN	43
5.1.- Descripción general de la comarca La Reyna	43
5.1.1.- Zona 1	43
5.1.1.1- Causas y Consecuencias de la Erosión en la zona 1	46
5.1.2.- Zona 2	49
5.1.2.1- Causas y Consecuencias de la Erosión en la zona 2	52
5.2.- Descripción general de la comarca Yucul	58
5.2.1.- Zona 3	58
5.2.1.1- Causas y Consecuencias de la Erosión en la zona 3	60
5.2.2.- Zona 4	65
5.2.2.1- Causas y Consecuencias de la Erosión en la zona 4	66
6.- CONCLUSIONES	71
6.1.- Erosión	71
6.2.- Enfoque de las técnicas de CSA	72
6.3.- Metodología	74
7.- RECOMENDACIONES	75
8.- REFERENCIAS	77
9.- ANEXOS	80

LISTADO DE CUADROS

Cuadro No.1 Métodos de Medición y Cuantificación de Pérdidas de Suelo Utilizados en Nicaragua.

Cuadro No. 2 Listado de Prácticas de CSA Según Porcentaje de Mantenimiento

Cuadro No. 3 Características Generales de las Parcelas y Resultados del Laboratorio de los Análisis del Suelo

Cuadro No. 4 Leyenda Utilizada en el Mapeo de las Huellas de Erosión

Cuadro No. 5 Leyenda Utilizada para Prácticas de Conservación de Suelos y Agua

Cuadro No. 6 Leyenda Utilizada para Cultivos, Vegetación Natural y simbología Adicional

Cuadro No. 7 Fecha de los Muestreos en la Aplicación de VADEA

Cuadro No. 8 Formato de Campo I

Cuadro No. 9 Formato de Campo II

Cuadro No. 10 Formato de Campo III

Cuadro No. 11 Formato de Campo IV

Cuadro No. 12 Formato de Campo V

Cuadro No. 13 Clasificación de los Surcos y Cárcavas

Cuadro No. 14 Clasificación de la Rugosidad de la Superficie

Cuadro No. 15 Clasificación del Drenaje del Suelo

Cuadro No. 16 Clasificación del Porcentaje de Cobertura Vegetal y Rastrojo

Cuadro No. 17 Cálculo de la Pérdida de Suelo

Cuadro No. 18 Causas de Erosión en la Zona 1Comarca La Reyna

Cuadro No. 19 Causas de Erosión en la Zona 2Comarca La Reyna

Cuadro No. 20 Descripción general de las Zonas 1 y 2, comarca La Reyna

Cuadro No. 21 Causas de Erosión en la Zona 3 Comarca Yucul

Cuadro No. 22 Causas de Erosión en la Zona 4 Comarca Yucul

Cuadro No. 23 Características generales de las Zonas 3 y 4 , Comarca Yucul

Cuadro No. 24 Características Permanentes de los Formatos II - IV del sitio representativo de la Zona 1 (sitio 3)

Cuadro No. 25 Características Permanentes de los Formatos II - IV del sitio representativo de la Zona 2 (sitio 5)

Cuadro No. 26 Características variantes de los Formatos II - IV del del sitio representativo de la Zona 1 (sitio 3)

Cuadro No. 27 Datos variantes del Formato I del del sitio representativo de la Zona 2 (sitio 5)

Cuadro No. 28 Características variantes de los Formatos II - IV del del sitio representativo de la Zona 2 (sitio 5)

Cuadro No. 29 Características Permanentes de los Formatos II - IV del sitio representativo de la Zona 3 (sitio 13)

Cuadro No 30 Características Permanentes de los Formatos II - IV del sitio representativo de la Zona 4 (sitio 16)

Cuadro No. 31 Datos variantes del Formato I del del sitio representativo de la Zona 3 (sitio 13)

Cuadro No. 32 Características variantes de los Formatos II - IV del del sitio representativo de la Zona 3 (sitio 13)

Cuadro No. 33 Datos variantes del Formato I del del sitio representativo de la Zona 4 (sitio 16)

Cuadro No 34 Características variantes de los Formatos II - IV del del sitio representativo de la Zona 4 (sitio 16)

LISTADO DE FIGURAS

Figura No. 1 Datos de Precipitación (mm) con Intervalos Quincenales de los Meses de Mayo a Julio (1996)

Figura No. 2 Datos de Precipitación (mm) con Intervalos Quincenales de los Meses de Mayo a Julio (1997)

Fig. No 3. Clasificación de la Rugosidad

Fig. No 4. Forma de la Pendiente

Fig. No 5. Porcentajes de Cobertura

Fig No. 6 Daños de Erosión del sitio 3. Parcela del productor Juan Díaz; comarca La Reyna San Ramón 1997

Fig No. 7 Daños de Erosión del sitio 5 Parcela de la productora Eulalia Fisher; comarca La Reyna San Ramón 1997.

Fig No. 8 Daños de Erosión del sitio 13 Parcela del productor Pedro Cruz; comarca Yucul San Ramón 1997.

Fig No. 9 Daños de Erosión del sitio 16. Parcela del productor Pantaleón Rodríguez; comarca Yucul San Ramón 1997.

Fig. No 10 Pérdida de Suelo Según las Principales causas, (La Reyna)

Fig. No 11 Pérdida de suelo en parcela con y sin prácticas de CSA (La Reyna)

Fig. No 12. Pérdida de suelo, según las principales causas observadas(Yucul).

Fig. No 13. Pérdida de suelo en parcelas con y sin prácticas de CSA (Yucul).

RESUMEN

El presente estudio se realizó en 19 parcelas en el municipio de San Ramón del departamento de Matagalpa de Nicaragua con característica de tierras de laderas, previamente seleccionadas de acuerdo con criterios de un sistema de producción de granos básicos (Maíz y Frijol), con y sin prácticas de retención (acequia, barrera viva y barrera muerta). Uno de los objetivos del estudio fue conocer y aplicar la metodología VADEA (Valoración del Daño por Erosión Actual) con el propósito de valorar esta herramienta sencilla en la estimación rápida de la erosión.

VADEA es una metodología para monitorear, estimar y valorar el daño por la erosión de origen reciente, es una herramienta eficaz en la diagnosis de problemas en conservación de suelos y agua. La metodología fue desarrollada en Suiza y modificada en las condiciones tropicales en Etiopía.

La metodología VADEA se basa en describir el daño actual de la parcela ó sitio de estudio así como las áreas al contorno de ella, se hace una observación y mapeo de las huellas visibles de erosión en el campo que tienen que ver con el proceso de movilización del suelo (surco, cárcava y acumulación de suelo etc.) además del llenado de formatos donde se integra información acerca de las características del: **suelo** (textura, rugosidad etc.) , **pendiente** (porcentaje de inclinación , forma etc.), **vegetación** (tipo de planta y el porcentaje de cobertura de la misma), **manejo de la tierra** (tipo de manejo, dirección de la labranza etc.), **conservación de suelos y agua** (tipo de prácticas de CSA, fallas observadas etc.) La información de las áreas colindantes son tomadas de las **área pendiente arriba como fuente parcial del daño** (adyacentes) y el **área pendiente abajo daño subsecuente** (subyacentes). Todas estas características son importantes y necesarias para comprender mejor el proceso de erosión.

Durante este estudio se realizaron 4 muestreos en los meses de junio a julio de 1997, en base al uso de formatos (Herweg, 1996). Producto de esto se lograron identificar y valorar las causas principales de los daños de erosión en las parcelas y sus posibles consecuencias fuera de éstas, con su respectivo mapeo de daño de erosión. Se cuantificó una pérdida de suelo estimada en **2.34 t/ha** en parcelas con prácticas de retención y **8.37 t/ha** en parcelas sin prácticas de retención en la comarca La Reyna así como **7.4 t/ha** en parcelas con prácticas de retención y **0.03t/ha** en parcelas sin prácticas de retención en la comarca de Yucul. Se determinó que las causas de daños de erosión son: **Escasa Cobertura Vegetal, Sobreflujo** proveniente de las áreas de arriba y el daño causado por **Prácticas de conservación de suelos y agua defectuosas (Acequias, Barreras vivas y Barreras muertas)**. Además con el mapeo de las huellas de erosión (surcos, acumulación de suelo, afloramiento rocoso etc), se localizaron los puntos críticos ó el área dañada, de las parcelas, dando un indicio de donde empezar la conservación de suelos y agua en dichas parcelas.

Este trabajo de tesis fue realizado con la colaboración de FARENA, PASOLAC y UCA- San Ramón

SUMMARY

The present study was executed in 19 steep farm plots in the municipality of San Ramon, department of Matagalpa in Nicaragua the plots were cultivated with basic grains (maize and beans) with and without retention measures (drainageway, contour hedge and contour stone row). One of the objectives of the study was to know and to apply ACED- methodology (Assessment of Current Erosion Damage) with the purpose of valuing an easy tool for quick estimation of soil erosion.

ACED is a methodology developed for the monitoring, estimation and assessment of the damage of current erosion. It is an efficient tool for the analysis of soil and water conservation technologies. The methodology was developed by Switzerland Soil Erosion groups and modified in Ethiopia tropical conditions.

ACED - Methodology is based on the description of current erosion damage: Visible soil erosion features are described and drawn in a map or sketch (rills, gullies and soil accumulations); then the affected field and the surrounding areas are described by filling in field forms, which contain detailed information about the following factors: Soil (texture, surface roughness, etc), Slope (degree, shape, etc), Vegetation (type of plant, cover percentage), Land management (type of management, tillage direction) Soil and water conservation (type of soil and water conservation measures, failures observed, etc). Information is taken from the upslope area which is a partial source of the damage and the downslope area, which is the area of subsequent damage. All of these factors are important and need to be known in order to understand the soil erosion process.

Four samplings were realized during June and July of 1997, filling in the field forms (Herweg, 1996). As a result we were able to identify and value principle soil erosion causes in the fields and their subsequent damages, mapping of current soil erosion features. Soil loss was estimated to be 2.34 ton /ha in plots with retention measures and 8.37 ton /ha in plots without retention measures in the area of La Reyna and 7.4 ton /ha in plots with retention measures and 0.03t/ha in plots without retention measures in the area of Yucul. The main causes for soil erosion damage are: Missing soil cover, Runon from upslope areas and Defective soil and water conservation measures. Moreover we were able to localize critical and damaged by the mapping of soil erosion features (rills, soil of accumulations, stone on the surface, etc) indicating in this way areas to start with soil and water conservation in these fields.

These study was executed with the collaboration of FARENA, PASOLAC and UCA- San Ramon

1.- INTRODUCCIÓN

Más del 60% de las tierras para la agricultura y la ganadería, y más del 50% de los bosques del Istmo Centro Americano se encuentran en zonas de laderas. En Nicaragua, las laderas se distribuyen en las regiones del trópico húmedo, semihúmedo y seco representando el 75% del territorio nacional (105,756km²). La mayor actividad agrícola y pecuaria ocupan aproximadamente un 60% del área en ladera y los bosques un 16%. Por lo que es necesario la aplicación de métodos tecnológicos e institucionales que promuevan un desarrollo sostenible en las laderas además de mantener, mejorar los recursos naturales y el medio ambiente (IICA, 1991).

El crecimiento de la población rural, ha encontrado en las laderas la posibilidad de desarrollar agroecosistemas de subsistencia (pe: granos básicos), así como el desenvolvimiento de cultivos para la exportación (café), pero la mayoría de la población está caracterizada por una colonización expansiva de pequeñas fincas (minifundio) que sumida a la pobreza ejerce presión sobre los recursos naturales (Leonard, 1986).

Actualmente las investigaciones sobre el proceso de erosión y el desarrollo de prácticas de conservación de suelos y agua son áreas que recientemente han adquirido importancia, concentrándose su estudio en zonas de laderas. En Nicaragua, se han utilizado diferentes metodologías (de campo y laboratorio) para cuantificar pérdidas de suelo por erosión hídrica, así como para evaluar la efectividad de prácticas de manejo de suelo y agua tales como: Pacheco (1987), Mendoza (1993) y otros.

Con el objetivo de valorar una metodología complementaria y obtener datos en un menor período de tiempo, se ha propuesto aplicar la metodología denominada VADEA (Valoración del Daño por Erosión Actual), como una nueva herramienta para evaluar algunos procesos recientes de erosión. VADEA permitirá a entidades de promoción agrícola contar con instrumentos sencillos para conocer causas, tipos y niveles de erosión y realizar la planificación conservacionistas de cuencas hidrográficas e implementación de prácticas de conservación de suelos y agua efectivas.

Esta metodología se aplicó en fincas de pequeños productores durante la época de primera de 1997 en la comarca La Reyna y Yucul, en donde diferentes instituciones han promovido las prácticas de conservación de suelos y agua durante varios años, además se contó con el apoyo de entidades locales tales como: Alcaldía y la Unión de Cooperativas Agropecuarias (UCA - San Ramón) y las entidades de investigación: Programa de Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC). y la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Nacional Agraria - (UNAFARENA).

Esta tesis es un complemento de varios estudios (análisis económico a nivel de finca, estudios de casos sobre prácticas de Conservación de Suelos y Agua etc), los cuales forman parte de una investigación más amplia sobre el Rol de los Incentivos en la **Conservación de Suelos y Agua (CSA)**.

2.- OBJETIVOS

2.1.- OBJETIVO GENERAL

Aplicar la metodología de Valoración del Daño por Erosión Actual (VADEA), en parcelas de pequeños productores con y sin prácticas de conservación de suelos y agua, con cultivos de maíz (Zea mays, L.) y frijol (Phaseolus vulgaris, L), en la época de primera de 1997.

2.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estimar pérdidas de suelo en surcos y cárcavas en parcelas dedicadas a cultivos de granos básicos con y sin prácticas de conservación de suelos y agua.

Identificar causas y consecuencias de erosión utilizando la metodología VADEA

Reconocer los efectos de prácticas de retención sobre la erosión (Acequias, Barreras muertas y Barreras vivas).

Identificar puntos críticos de erosión en las parcelas de estudio.

3.- REVISION DE LITERATURA

3.1.- Erosión

La palabra erosión, se deriva del latín *erosio*, que significa roedura, derivado de *erodere*, que significa corroer. Es un proceso natural que consiste en la remoción y arrastre de las partículas que forman el suelo y es producida generalmente por la acción del agua o del viento (Ayes, 1960).

La erosión hídrica se define como la acción de desprendimiento de las partículas de suelo y su transporte por el agua que escurre sobre el terreno. Cuando no hay más energía para el transporte, ocurre la sedimentación de las partículas (Cubero, 1994).

3.2.- Fases del Proceso de Erosión Hídrica

El proceso de erosión hídrica comienza cuando la salpicadura o el chapoteo se produce en la superficie del suelo sin protección o desprovisto de vegetación, permitiendo el inicio del desprendimiento del suelo, las gotas de lluvia hacen saltar las partículas de tierra aflojándola y la corriente las arrastra pendiente abajo (Stallings, 1982)

Según Cubero (1994), la erosión hídrica es un proceso natural, donde se pueden distinguir tres fases:

3.2.1.- Desprendimiento

Causada por las gotas de lluvia las cuales provocan la disgregación de la estructura del suelo.

3.2.2.- Transporte

Ocurre cuando la cantidad de lluvia que cae sobrepasa la capacidad de infiltración del suelo produciendo un escurrimiento superficial, transportando las partículas del suelo pendiente abajo.

3.2.3.- Sedimentación

El suelo que es arrastrado empieza a sedimentarse cuando la escorrentía alcanza velocidades bajas, generalmente este proceso se localiza en las partes planas del terreno así como en los lugares donde el terreno presenta obstáculos, no importando si éste es o no plano.

3.3.- Formas de Erosión Hídrica

3.3.1.- Erosión por Salpicamiento

También se le denomina erosión por gotas de lluvia o erosión pluvial, consiste en la dispersión de los agregados del suelo que se desprenden ante todo por la acción de la lluvia sobre la superficie del terreno (FAO, 1967).

3.3.2.- Erosión Laminar

Consiste en el desprendimiento más o menos uniforme de una capa delgada o lámina de suelo de una superficie determinada de un terreno inclinado. Los resultados de la erosión laminar se perciben frecuentemente como manchas de suelo de color claro en las laderas de las elevaciones del terreno (FAO, 1967).

3.3.3.- Erosión en Surcos

La erosión en surco se observa en las pequeñas ondulaciones donde se concentra el agua de corriente (laminar), arrastra y transporta el suelo formando pequeñas zanjas (Stallings, 1982)

3.3.4.- Erosión por Cárcava

Es la forma producida por la socavación repetida sobre el terreno debido al flujo incontrolado de los escurrimientos superficiales. La formación de cárcavas, en un terreno es una fase avanzada y muy perjudicial de la erosión hídrica (Schwab et al; 1971) citado, Colegio de Postgrado, 1971

3.4.- Factores que Influyen en la Erosión Hídrica

Según Cubero (1994), algunos, factores que influyen en la erosión hídrica son: clima, topografía, suelo, cobertura vegetal y el manejo o preparación de la tierra.

3.4.1.- Clima

Los factores climáticos que intervienen en la erosión hídrica son la precipitación, temperatura, el viento, la humedad y radiación solar, siendo la lluvia el factor climático más importante, las características de intensidad, duración y frecuencia de la misma influye en la formación de escorrentía y erosión del suelo.

3.4.2.- Topografía

Las características topográficas influyentes en la erosión hídrica son: Ángulo de inclinación de la pendiente, longitud de la pendiente y curvatura de la misma (Kirgby & Morgan; 1984). Las laderas con pendientes fuertes producen de un modo natural más escurrimiento y más erosión, la inclinación en conjunto con el perfil de la pendiente (cóncava o convexa), determinarán el arrastre o sedimentación del suelo erosionado. (Morales, 1996).

3.4.3.- Suelo

Las condiciones físicas determinan la susceptibilidad del suelo a la erosión ya que juega un papel muy importante en el proceso erosivo donde le permite ser resistente o susceptible a dicho proceso. Entre las más importantes tenemos: Textura, estructura, porosidad, permeabilidad e infiltración así como el contenido de materia orgánica (Cubero, 1994).

3.4.4.- Cobertura vegetal

Con la intercepción de la lluvia y la reducción de la velocidad del agua de escorrentía, la vegetación juega un papel primordial en la protección del suelo y control de la erosión (Cubero, 1994). Además la vegetación al morir y descomponerse aumenta el contenido de materia orgánica y de humus del suelo y con ello la porosidad y capacidad de retención de agua de los terrenos (Morales, 1996).

3.4.5.- Manejo del Suelo

La erosión siempre se presenta en las zonas desprovistas de vegetación; esto puede ocurrir por la aplicación de herbicidas que se usan para combatir malezas por las pasturas mal conducidas, incluyéndose aquí el sobrepastoreo de distintas áreas, el intenso pisoteo animal y pasturas sembradas mal manejadas. A medida que el suelo aumenta su densidad o se compacta disminuye la infiltración de agua; el agua que no consigue infiltrarse se escurre arrastrando partículas superficiales de los grumos o agregados dispersados; depositando estas partículas en pequeñas depresiones del terreno, formación de surcos, corridas, zanjas, arrastrando cantidades cada vez mayores de tierra, etc (Primavesi, 1982).

3.5.- Riesgos Para la Producción en Terrenos de Laderas.

3.5.1.- Laderas

Según Ferran 1993, las laderas son tierras frágiles por encima del 20% y con una capacidad inherente limitada en las que los patrones de uso intensivos se conjugan con una base de recursos naturales expuesta al deterioro. Las laderas exhiben un deterioro rápido y significativo (pérdida de suelo, nutrientes, cobertura vegetal, pronunciada reducción de su productividad y biodiversidad) siempre que son intervenidas por sistemas de explotación no apropiados.

En las tierras de laderas mayoritariamente habitan campesinos de escasos recursos económicos, con una cultura y tradiciones agrícolas muy particulares; son utilizadas para la ganadería extensiva, producción de alimentos de subsistencia, agricultura para mercados y la recolección de leña para combustible (Orozco, 1997).

La erosión y deforestación en las laderas figuran entre los principales problemas que limitan la sostenibilidad de la agricultura en Centro América y República Dominicana. Las zonas de laderas se caracterizan por presentar regímenes de lluvia elevados, como es el caso en el trópico húmedo, donde la degradación de las tierras sin cobertura forestal es a un más rápida (proceso de lixiviación y de oxidación) especialmente cuando se establece el sistema de roza y quema continuamente en el área de cultivo originado a menudo el aumento de escorrentía y erosión. (IICA, 1991)

3.6.- Importancia de Medición y Cuantificación de la Erosión

Los objetivos que persigue la medición de la erosión del suelo son: Conocer la cantidad de suelo en determinado espacio que se desplaza a cierta distancia durante un tiempo específico, saber la calidad del suelo que se está perdiendo e identificar las causas principales que originan este daño; de esta manera podremos tener noción acerca de la forma de solucionar o reducir en un tiempo determinado el daño al suelo (Herweg, 1996).

La medición puede aplicarse al efecto de erosión total o bien al estudio de un aspecto de la erosión de suelos, como la medición de los factores elementales de la erosión. (Kirkby & Morgan 1984).

Para la realización de una mejor estrategia de manejo no solo es necesario conocer las cantidades de pérdida de suelo por erosión en un determinado lugar, dichos datos serían aún más importante si se conocen las causas y consecuencias de tales efectos, por lo que medir en la realidad y conducir experimentos son actividades necesarias que se deben complementar para un mejor manejo de la tierra (Herweg, 1996).

Las pérdidas de suelo se cuantifican con el fin de conocer las tasas o niveles de la misma, este dato es muy importante para evaluar si las recomendaciones técnicas que los diversos programas realizan en la conservación de suelos y agua son efectivas y reducen la erosión a su límite de tolerancia, conocer el daño que le pueda causar a la producción (rendimiento) a medida que el terreno pierde las capas superiores más productivas del suelo (PASOLAC et al, 1995)

La valoración de erosión del suelo no sólo es de interés científico, sino de uso práctico para políticos, responsables de proyectos que influyen en el manejo de la tierra, técnicos de base e incluso para los productores. En cada nivel hay un propósito específico y por ende se deberían utilizar metodologías adecuadas (Loughran, R. J, et al; 1989).

3.7.- Métodos de Medición y Cuantificación de Pérdidas de Suelo,

Existen diferentes métodos y metodologías de investigación utilizadas para obtener estimaciones cuantitativas y cualitativas de pérdidas de suelo. Cada método presenta resultados obtenidos en un periodo de tiempo evaluado, las limitaciones y las ventajas de los mismos hace que estos se diferencian unos de otros. En el Cuadro No. 1 (ver Anexo) se detallan brevemente algunos métodos sencillos y sofisticados utilizados para medir y cuantificar pérdidas de suelo en Nicaragua (PASOLAC, et al; 1995).

3.8.- Metodología VADEA

Originalmente, VADEA fue elaborada a partir del año 1975 como una herramienta complementaria de otros métodos (pe: parcelas de escurrimiento, trazados de mapas de erosión), en Suiza y Alemania (zonas templadas). Ha sido modificada bajo condiciones del subtrópico en Toscana (Italia) y Grecia por el grupo de Investigación de Erosión de Suelos del Instituto Geográfico de la Universidad de Basilea y adaptada al ambiente tropical en Etiopía por el Programa de Investigación de Conservación de Suelos (Centro de Desarrollo y Medio Ambiente, Instituto Geográfico de la Universidad Berna, Suiza), (Herweg, 1996).

La metodología propuesta para Valorar el Daño por Erosión Actual es apropiada para el uso práctico de técnicos de base y planificadores de proyectos (Morgan, R. C; et al; 1979, Herweg, K, 1996)

3.9.- Conservación de Suelos y Agua

La conservación de suelos y agua es la protección que se da al suelo para el control de la erosión, a través del mantenimiento de la materia orgánica, las propiedades físicas del suelo y de los nutrientes. Conservación equivale a un mantenimiento o mejoramiento de la fertilidad del suelo (Young, 1989)

3.9.1.- Prácticas de Conservación de Suelos y Agua Implementadas en San Ramón

Según estudio realizado por Díaz, J, et al; (1996), en el municipio de San Ramón se obtuvo una relación de 69% de áreas amenazadas a 31% de áreas no ó menos amenazadas por los daños de erosión en fincas de participantes en proyectos de conservación de suelos y agua. En el Cuadro No. 2 (ver Anexo), se presenta un listado de las prácticas de conservación de suelos y agua según su porcentaje de mantenimiento implementadas por los agricultores en el municipio de San Ramón.

Las prácticas de conservación de suelos y agua observadas en nuestro estudio en la comarca de La Reyna y Yucul, son las que se describen a continuación (PASOLAC, 1997).

3.9.1.1.- Prácticas Agronómicas para el Manejo del Suelo

3.9.1.1.1.- Incorporación de Rastrojo, No Quema

Consiste en la no-quema de los residuos vegetales y su incorporación en el suelo antes de la siembra del siguiente cultivo, lo cual evita la pérdida de nutrientes y mejora la estructura del suelo debido a que mantiene la materia orgánica

3.9.1.1.2.- No - Quema y Manejo de Rastrojo

Esta práctica conlleva a la utilización racional de rastrojos de cultivos o de la vegetación existente en el campo, con la finalidad de proteger el suelo del impacto de la lluvia y mejorar la fertilidad. Esta técnica consiste en cortar y picar el material vegetal para su dispersión en el campo (mulch), se realiza conjuntamente con la cero labranza, labranza mínima, siembra tapada, siembra al espeque y manejo de rastrojo.

3.9.1.1.3.- Cero Labranza

En este método de labranza la siembra se realiza directamente en el suelo sin labranza previa, con el método tradicional de siembra al espeque. Esta práctica se debe combinar en laderas con otras técnicas como, siembra al contorno, no quema y manejo de rastrojo

3.9.1.1.4.- Labranza Mínima

Es la menor cantidad de labranza requerida para crear las condiciones de suelo adecuadas para la germinación de las semillas y el desarrollo de la planta.

3.9.1.1.5.- Siembra al Espeque

Es una forma tradicional de sembrar los cultivos sin labranza previa del suelo, es considerada como una práctica tradicional de labranza cero con siembra directa que se utiliza en fincas con granos básicos en laderas (maíz, frijol, maicillo y arroz de secano).

3.9.1.1.6.- Siembra en Contorno o Curvas a Nivel

Consiste en labrar el suelo, sembrar en los surcos y realizar las demás labores culturales siguiendo las curvas a nivel trazadas tradicionalmente con el aparato A.

3.9.1.1.7.- Siembra en Relevo

Es una técnica que consiste en sembrar 2 cultivos en el mismo terreno en diferentes épocas para lograr la cobertura del suelo, se utiliza principalmente en granos básicos (maíz-frijol ó maíz-ajonjolí).

3.9.1.1.8.- Cultivos Intercalados con Caupi

Esta técnica consiste en la siembra intercalada con caupi, con el propósito de proteger el suelo contra la erosión, controlar malezas y contribuir a su fertilidad.

3.9.1.2.- Retención con Obras Físicas

3.9.1.2.1.- Acequias a Nivel

Son zanjas o canales de forma trapezoidal contruidos a nivel con la finalidad de conservar agua, sirven como acumuladores de agua que mejoran la infiltración y contribuyen a la conservación de suelo en combinación con camellones, barreras viva, muertas y otras, dividiendo la parcelas en pendientes cortas.

3.9.1.2.2.- Barreras Muertas (Piedras)

Son estructuras de piedra que se trazan y se construyen rígidamente en contorno, con el objetivo de atrapar y retener en forma de depositación los sedimentos provenientes de la parte superior de los terrenos.

3.9.1.2.3.- Barreras Vivas

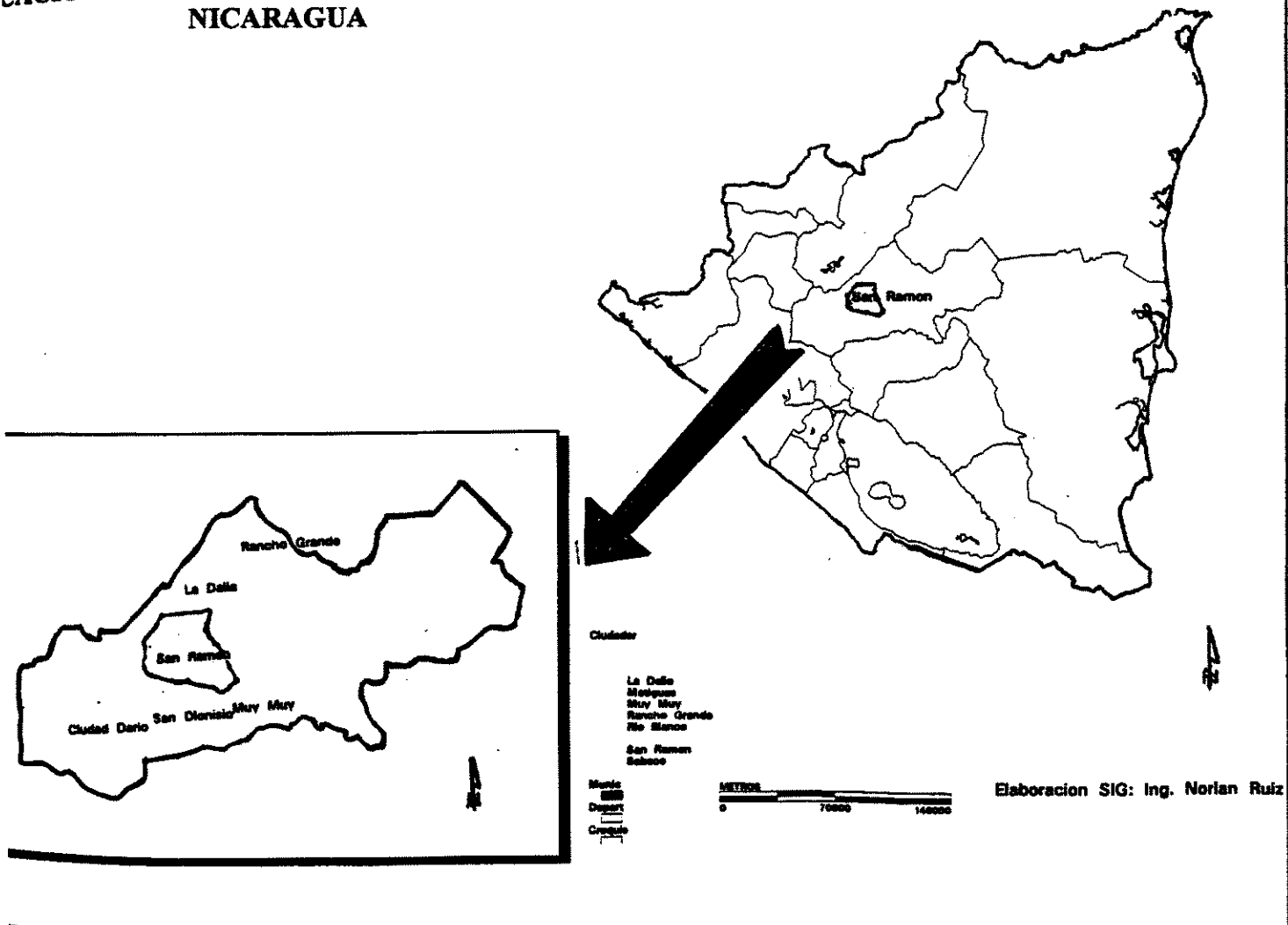
Son hileras densas de plantas perennes o semiperennes (Caña de Azúcar, Taiwan, Gandul, Piña, Madero Negro, etc) colocadas en curva a nivel a distancias determinadas dependiendo de la pendiente sirven para reducir la velocidad del agua, como filtro y captación de sedimentos; se combinan con otras técnicas tales como: acequias, barreras muertas, terrazas de bancos, terrazas individuales, etc. La combinación más frecuente es con acequias, donde se utilizan para proteger el borde superior de estas.

4.- MATERIALES Y METODO

4.1.- Localización del Municipio de San Ramón.

El municipio de San Ramón se encuentra localizado en el departamento de Matagalpa como se representa en la siguiente figura. Se ubica a 10 Km. de la cabecera departamental, en las coordenadas 85° 50' 00" Latitud Norte y 12° 55' 30" Longitud Oeste, cuenta con una extensión territorial de 611 Km² (FAO-INRA, 1995).

LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE SAN RAMÓN - MATAGALPA NICARAGUA



San Ramón limita al Norte con el municipio de El Tuma- La Dalia al Sur con el municipio de Muy Muy, al Este con el municipio de Matiguas y al Oeste con el municipio de Matagalpa, tiene 16 comarcas rurales con más de 100 comunidades (Información de la Alcaldía de San Ramón); las comarcas que forman parte del estudio de esta tesis corresponden a La Reyna y Yucul, ubicadas a 2 y 7km de San Ramón respectivamente. El estudio abarca un área de 9.1 km² en La Reyna y 3.5 km² en Yucul.

4.2.- Aspectos Biofísicos

4.2.1.- Clima

El municipio de San Ramón presenta un clima variado, encontrándose el trópico húmedo en las partes más altas y boscosas de Yasica (FAO-INRA, 1995). Este ecosistema presenta precipitaciones de 1500 a 1700mm/a de acuerdo a las características ambientales es la mejor zona de producción cafetalera también presenta excelentes condiciones para la adaptabilidad de otros cultivos como: granos básicos, hortalizas de clima fresco pero no recomendable por las severas restricciones topográficas. (Marín, 1992)

El trópico húmedo intermedio se ubica en la comarca La Reyna, Yucul, El Horno y Buena Vista (FAO-INRA, 1995). El ecosistema tropical sub húmedo intermedio presenta temperaturas ligeramente cálidas con precipitaciones de 1000-1200mm/a según Holdridge es un ecosistema de transición entre el alto y el bajo o sea la transición a seco, la altitud del terreno es limitante para la producción cafetalera

pero no así para otros cultivos como: granos básicos, hortalizas de clima cálido maíz etc (Marín, 1992).

El trópico seco se ubica en las partes más bajas y despaladas de la comarca Guadalupe, Ocalca, Pueblo Viejo y San Marco de Apatite (FAO-INRA, 1995). Con un régimen de temperatura cálido con precipitaciones anuales que varían de 800-1000mm, los suelos de vocación predominantemente forestal que han sido degradados fuertemente por la actividad agropecuaria, desprovistos de vegetación boscosa a excepción de pequeños bosques de galería. (Marín, 1992)

Según FAO-INRA (1995) en el municipio de San Ramón la temperatura máxima oscila entre 35°C la que se presenta en las partes más bajas durante los meses de marzo a mayo y la temperatura mínima es de 16°C en las partes más altas durante los meses de noviembre a febrero.

El período de lluvia comprende de mayo a noviembre, sólo en Yásica y Buena Vista se extiende al mes de febrero, con precipitaciones anuales que varían de 1000-2500mm. Los meses de mayor intensidad de lluvias corresponden a septiembre y octubre, los que son aprovechados en la parte más baja para la siembra de granos básicos.

Durante el período del estudio se obtuvieron datos diarios de lluvia (mm) de los meses de mayo a julio correspondiente a los años 1996-1997, no se pudo llevar el registro de intensidad de lluvia la cual es importante determinar al igual que los datos pluviométricos debido a que la estación donde se recopilaron los datos (comarca La Reyna) sólo registraba a estos últimos no representando un obstáculo para la aplicación de la metodología y cumplir con los objetivos propuesto.

En las Figuras No. 1 y 2, se presentan los registros de lluvia (mm) correspondiente a los meses de mayo, junio y julio en intervalos de 15 días para cada mes de los años 1996 y 1997 (ver Anexo).

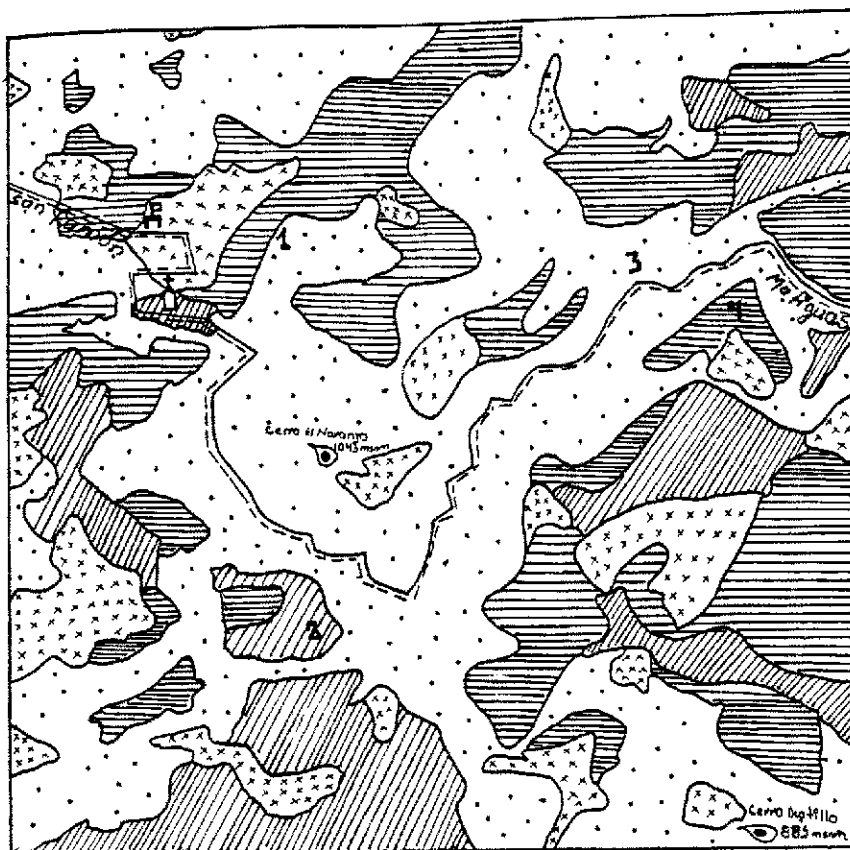
La época de primera de 1997 que fue la estudiada, se vio afectada por un fenómeno climatológico conocido, como "El Niño" lo cual provocó que el período de lluvia que generalmente empieza en el mes de mayo inició hasta el mes de Junio, lo que causó un retraso en la siembra del cultivo (Maíz y Frijol).

4.2.2.- Relieve

En la parte norte - central del municipio, se ubica la Cordillera Dariense, la cual corre paralela a la carretera que conduce hasta el Jobo, abarca las comarcas de La Garita, La Reyna, Yucul, El Horno, Buena Vista y Yasica.

En la comarca Yasica se concentra la mayor parte de esta cordillera; los principales cerros que componen el relieve de la misma son: El Portillo de la Cornubia, El Portillo, La Laguna, La Chispa, El Cuyús (Yasica), La Sauna, Cerro Grande, El Naranja (centro del municipio), El Gorrión, San Andrés, El Coscuero, El Chompipe (El Horno), Yucapuca y el cerro Buena Vista (Buena Vista).

La topografía es accidentada, con pendientes que van desde 5% en las partes más bajas hasta 50% en las tierras más altas. Las áreas que presentan mayores pendientes corresponden a la faja que bordea el poblado de San Ramón en la parte norte. En la siguiente página se presenta la figura del mapa de rangos de pendiente del área de estudio.



Fuente: Mapa topográfico de San Ramón, Escala: 1/50,000 (INETER, 1987)

Pendiente %	Símbolo	1. La Reyna	Escuela	Iglesia
0-18		2. El Naranjo		
18-27		3. Yucul		
27-36		4. La Aldea		
36-58			Carretera Principal	

4.2.3.- Hidrografía

San Ramón cuenta con importantes fuentes hidrográficas; las principales la constituyen 12 ríos y aproximadamente 78 quebradas. En la zona norte nacen y se localizan la mayor parte de éstos, en la parte sur es donde hay menos fuentes de agua y por ende se presentan mayores limitaciones de acceso y consumo doméstico, animal y para los cultivos. En las zonas rurales hay problemas de racionamiento de agua, producto del despale y del pastoreo las comarcas con mayores dificultades de abastecimiento y acceso al agua son San Pablo y Sabana Grande que no cuentan con fuentes de agua natural.

En el municipio sobresalen los siguientes ríos: Taspale, San Ramón, Yucul, La Lima, Yasica, El Roblar, Upá, Uluse, El Jícaro, Wabule, Ilapo y Mayales. Entre los principales problemas de contaminación que presentan estos ríos figuran la contaminación por los potreros en su orilla y las aguas mieles provenientes del procesamiento de café (FAO- INRA, 1995).

4.2.4.- Geología.

Según Barquero 1974, la zona de Matagalpa es abarcada por la Región Geológica del Vulcanismo Terciario (**Formación Matagalpa**), con predominio de Rocas Basálticas y Andesíticas (Serranías del centro de Nicaragua) y con predominio de mantos de Ignimbritas (Mesetas del Centro de Nicaragua).

Los suelos en San Ramón se caracterizan por tener una textura franco-arcilloso, franco-limoso y arcillo-limoso. Estos van de un color rojizo claro a oscuro dependiendo del grado de oxidación del hierro y su contenido de materia orgánica (FAO-INRA, 1995). Según el mapa (1 : 500,000) de la Serie de Suelos en Nicaragua (MARENA, 1979) los tipos de suelo predominando en el departamento de Matagalpa cercano al municipio de San Ramón son los Alfisoles y Molisoles.

Los suelos presentan variaciones, encontrándose al norte de la cabecera municipal (Yasica) los mejores suelos para la agricultura “tierra negra” donde se han establecido cultivos perennes y semiperennes (café, musáceas) son suelos profundos con buena capacidad de absorción y retención de humedad.

En el extremo sur los suelos son arcillosos, de superficiales a poco profundos, presentando baja capacidad de absorción del agua y problemas de erosión hídrica producto del despale y el subsecuente uso, se caracterizan por la pedregosidad en el horizonte superficial con predominio de extensas áreas de potreros y tacotales los que se dedican a la ganadería y producción de granos básicos en laderas.

En La Reyna, Yucul, El Horno y Buena Vista (centro del municipio), se encuentran suelos ricos en nutrientes con las mismas características de los suelos del norte y suelos pobres como San Pablo y Sabana Grande localizados al Sur del municipio (FAO-INRA, 1995).

4.2.5.- Vegetación Natural

En San Ramón según la FAO- INRA (1995), se encuentran tres tipos de vegetación natural las cuales se describen brevemente a continuación:

4.2.5.1.- Bosque Agrícola Ralo

Comprende los pies de monte y son áreas donde se reservan los árboles por regeneración natural siendo una característica importante en esta área, donde se da manejo de poda en época de siembra para cultivos de granos básicos, hortalizas y utilizados para la producción de leña y/o frutales para el consumo local. Este tipo de vegetación se presenta en manchas de 100 manzanas en los alrededores, donde se concentra la mayor parte del territorio de la población de Guadalupe, Ocalca etc; predominan especies arbustivas como: Varilla Colorada, Zarza Rosada y Verde Picapica; etc, entre las especies vegetales de mayor población figuran: Guayabo Blanco, Cedro Real, Roble, Roblicín; etc.

4.2.5.2.- Bosque Agrícola Denso

Son áreas de desarrollo cafetaleros donde los bosques son aprovechados como sombra en el cultivo del café, la cual se caracteriza por la fuerte presencia de fincas cafetaleras tradicionales y la actual compra de tierras para la renovación y establecimiento de áreas cafetaleras. El bosque agrícola denso es el área más representativa y se ubica en la comarca de Yasica, las especies predominantes son Cedro Real, Nogal, todas las variedades de Areño, María y San Rafael.

4.2.5.3.- Bosque de Reserva Forestal

Son áreas que han sido sometidas a programas de reforestación para la conservación de la flora, fauna y la protección de las cuencas hidrográficas. Se encuentra localizado en San Antonio de Upá y Yasica, fue declarado Parque Nacional. Aún así se han despalado más de 200mz para venta de madera preciosa y establecimiento de plantaciones de café. Entre las especies predominantes figuran el Cedro Real, Pochote, Cedro, Roble, Roblinsín.

4.3.- Aspectos Socioeconómicos.

4.3.1.- Infraestructura

El municipio cuenta con una buena red vial, destacándose una carretera que atraviesa la zona de oeste a noreste durante todo el tiempo, cuenta con servicios básicos de Salud, Educación, Agua Potable (ofrecido por INAA y CARE de Nicaragua) Energía Eléctrica (ofrecido por ENEL) el cual no llega a todas las comunidades, las conexiones domiciliarias formales son limitadas (FAO- INRA, 1995).

4.3.2.- Producción

Anteriormente el municipio de San Ramón impulsó su producción en la explotación ganadera en pequeña escala, la mayor parte del territorio era ocupada por la comunidad indígena que arrendó tierras a productores individuales ajenos a ésta.

Con el auge de la actividad ganadera se inició el despale de montañas en las áreas más cercanas al municipio. Posteriormente con la introducción del cultivo del café productores y no productores obtuvieron por compra o expropiación grandes extensiones de tierras reduciéndose el área de la comunidad indígena. Los principales rubros de comercialización eran el café y el ganado, la producción de granos básicos se destinaba al autoconsumo y era practicada por pequeños productores individuales. La explotación cafetalera en ascenso significó la principal fuente de mano de obra.

En 1928 surgió otra fuente de trabajo constituida por la mina de oro ubicada en la localidad de La Reyna, la que dejó de explotarse en 1955. La estructura agraria que históricamente se definió con el cultivo del café y la ganadería cambió con el proceso de Reforma Agraria (década de los años 80). Producto de confiscaciones y expropiaciones a latifundistas se beneficiaron 3,110 personas (6,253mz), surgiendo además grandes empresas agropecuarias (pe: Charles Haslam).

Según datos de la delegación del MAG (FAO-INRA, 1995), la superficie agropecuaria de San Ramón es de 30,811mz; de las cuales el 58% es utilizada en cultivos anuales, perennes y semiperennes, 26% esta cubierta de pastos y 16% es bosque. Entre las principales actividades que se desarrollan en el municipio figuran:

- Cultivos Perennes (café) en asocio con musáceas y cítricos para sombra
- Cultivos anuales de granos básicos (maíz, frijol y sorgo)
- Hortalizas (repollo, tomate, remolacha y chiltoma)
- Ganadería de doble propósito (leche - carne)

Las áreas amenazadas por erosión corresponden a los cultivo sin prácticas de conservación de suelos y agua (anuales, hortalizas y café según el manejo) así como las de pasto. En cambio las áreas de descanso y las que tienen CSA corren menos riesgo de ser erosionadas, el bosque no esta amenazado por la erosión (Díaz et al; 1996).

4.3.3.- Tipos de Productores

Según Nitlapán (1996), San Ramón pertenece a la **Macro-Región 3 (Norte)** denominada **Latifundio Ganadero o Cafetalero**, siendo foco de la producción cafetalera y al mismo tiempo ganadera. En esta zona se identifican 5 tipos de productores, cuyas características se describen brevemente a continuación.

4.3.3.1.- Obreros Agrícolas

Este tipo de productores tienen empleo asalariado seguro todo el año, se encuentran de manera predominante en las grandes empresas de la burguesía o del estado. Su sistema de producción de granos básicos es a pequeña escala, suficiente para completar los salarios, no poseen tierra propia (salvo a veces un pequeño solar para la casa), el acceso a la tierra es de 1/2 a 3mz.

4.3.3.2.- Semiproletarios

Este grupo dispone de un poco de tierra propia, carece parcial o totalmente de capital para intensificar la producción y poder mantenerse con esta. Tiene acceso limitado, precario e irregular a la tierra en mediería (2 a 5mz). Las tierras propias oscilan de 3 a 10mz, dispuestas en sistemas de producción de Granos Básicos en roza y quema con pequeña Ganadería de autoconsumo.

4.3.3.3.- Finquero Cafetalero

Son productores que disponen de un nivel de recurso en tierra y bienes de capital mucho mayor que los tipos anteriores, producto de un proceso de acumulación a partir de la actividad agrícola y extra agrícola. Su sistema de producción es la caficultura, ganadería de cría- leche y la agricultura de autoconsumo (granos básicos), poseen de 50 a 200mz en una sola finca y de 30 a 50 cabezas de ganado.

4.3.3.4.- Mediano y Gran Empresario Intensivo

Este sector se define por su alto nivel de recursos y la búsqueda de la máxima tasa de ganancia. No trabajan directamente en actividades de producción si no que se dedican a supervisar el trabajo y a administrar. El sistema de producción es el monocultivo (café), combinando con la ganadería, disponen de un alto nivel de equipos e infraestructura, el tamaño de sus fincas varía desde 50 a más de 500mz.

4.3.3.5.- Sector Campesino Beneficiado por la Reforma Agraria

Este sector social agrupa a todos los beneficiados de la Reforma Agraria realizada por el Gobierno Sandinista durante el período de 1979-1988. Entre ellos se encuentran:

- **Los más pobres de la reforma agraria** que cuentan con un sistema de producción de granos básicos, casi nada de cultivos perennes y ninguna ganadería mayor, poseen de 2 a 3mz.
- **Los campesinos de reforma agraria** que realizan sistema de policultivo - ganadería, poseen de 8 a 10mz.
- **Empresas asociativas** que tienen especialización productiva (café, algodón, repasto de ganado, etc.), donde hay una alta dotación de tierras por socio. (17.5 mz / socio)

4.4.- Metodología.

El estudio se realizó aplicando la metodología VADEA a través de las siguientes fases o etapas:

4.4.1.- FASE I : Preparación y Selección de la Zona

En esta etapa se recopiló la información básica existente a nivel del municipio de San Ramón (Ubicación, Aspectos Socioeconómicos, Biofísicos, etc.) y análisis de la misma, para ello se tomaron como referencias publicaciones de diagnósticos realizados en la zona.

Se formó parte del equipo que realizó un **DRP (Diagnóstico Rural Participativo)** en 3 comarcas de San Ramón (Guadalupe, Yucul y El Horno) en julio de 1996, con el apoyo de las entidades de PASOLAC, UCA - San Ramón y CEPA. La comarca Yucul se eligió como parte de la investigación, incorporándose posteriormente La Reyna. Se utilizó el mapa topográfico de Matagalpa, mapa de la Series de Suelos de Nicaragua y se realizaron visitas a las entidades locales de la zona tales como: Alcaldía y UCA - San Ramón (Unión de Cooperativas Agropecuarias, Augusto Cesar Sandino), con el objetivo de obtener información más concreta de las áreas de estudio.

Se seleccionó esta zona para realizar el estudio por ser altamente influenciada por diferentes Organismos Gubernamentales y No Gubernamentales que promueven prácticas de conservación de suelos y agua.

4.4.2.- FASE II : Selección de las Parcelas

Para la selección de las parcelas que formaron parte de la investigación se tomó como referencia las entrevistas (encuestas) realizadas a productores del municipio por Díaz et al, 1996 (PASOLAC), en las cuales se recopiló información general de la finca (área, diversificación, prácticas de conservación de suelos y agua, etc), posteriormente se seleccionaron las parcelas para el estudio tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Parcelas con cultivo de maíz (Zea mays, L.) y frijol (Phaseolus vulgaris, L), con áreas que no excedieran de 3mz
- Parcelas con prácticas de conservación de suelos y agua: Barreras Vivas, Acequias y Barreras Muertas de piedra, ya sea combinadas entre ellas o solas.
- Parcelas con condiciones comparables en los cultivos pero sin las prácticas de retención mencionadas anteriormente

Fueron seleccionadas un total de 20 parcelas, de las cuales las pérdidas de suelo a estimarse corresponderán a productores que implementan prácticas de retención (Barreras Vivas, Acequias y Barreras Muertas de piedra) y productores que no implementan dichas prácticas. Al final se tuvo que eliminar una parcela, por motivos externos a los criterios determinados quedando solamente un total de 19 parcelas.

4.4.3.- FASE III: Reconocimiento de las Parcelas

El reconocimiento de las parcelas se efectuó en conjunto con el productor, de esta manera se acordó con él su disposición para la realización de la investigación. Posteriormente se hizo lo siguiente:

- Recolección de muestras de suelo en las 19 parcelas para su posterior análisis en el laboratorio de la Escuela de Suelos y Agua de la UNA, los resultados de dichos análisis se presentan en el Cuadro No. 3 (ver Anexo).
- Elaboración de mapas bases de cada sitio, donde se hizo un reconocimiento más minucioso y específico de cada área de estudio, dibujó del croquis de la forma de la parcela, medición (mts) de los lados de la misma, ubicación de las prácticas de retención (donde habían) y se incluyeron puntos de referencias y elementos representativos de las parcelas.
- Diseño de la leyenda provisional de huellas de erosión, cultivos, prácticas de CSA y simbología adicional utilizada en la elaboración de los mapas bases de cada sitio, tomando como fuente la propuesta por Herweg en 1996, en la metodología VADEA. En los Cuadros No. 4, 5, y 6, se representa dicha leyenda (ver Anexo).

4.4.4.- FASE IV: Muestreo y Mapeo de los Efectos de Erosión

Con la información básica necesaria se procedió en esta fase a la aplicación de la metodología VADEA.

El programa de medición se efectuó en cuatro muestreos en el período comprendido del 11 de junio al 13 de julio de 1997 (ver Anexo, Cuadro No. 7). El período de monitoreo y valoración de daño por erosión actual se estimó hasta que el desarrollo de los cultivos (Maíz y Frijol), junto con la maleza permitieron la observación de las huellas de erosión en el campo

Cada muestreo duró de 2 a 3 días, necesarios para recorrer todos los sitios y obtener la información de las mediciones de los surcos recientes, así como el llenado de los formatos con las características de cada uno de ellos. La metodología VADEA permitió observar otras características relevantes que no están incluidas en los formatos, las cuales fueron anotadas en una libreta. En cada muestreo se realizó un recorrido y observación de toda la parcela anotando los siguientes indicadores:

- Sedimentación, derrumbes de prácticas de CSA, acumulación de suelo detrás de árboles y piedras, raíces descubiertas, formación de pedestales y afloramiento rocoso.
- Medición y ubicación en el mapa de los surcos recientes o persistentes utilizando la leyenda correspondiente. Observación del contorno de cada parcela, anotando causas y consecuencias del proceso de erosión.

4.4.4.1.- Descripción de los Formatos Utilizados en la Recopilación de la Información.

4.4.4.1.1- Formato I

En este formato se recopiló información de las huellas de erosión, se anotó el dato de medición de los surcos observados en el campo después o durante un evento lluvioso (ver Anexo, Cuadro No. 8). La medición de los surcos anchos (persistentes) solamente se realizó en el primer y cuarto muestreo. La agrupación y clasificación de los surcos encontrados de acuerdo a su medición se realizó utilizando los valores correspondientes al Cuadro No. 13 (ver Anexo).

4.4.4.1.2.- Formato II

La información que se describió en este formato corresponde a **Suelo** (rugosidad, textura, drenaje, etc), **Pendiente** (porcentaje, forma, etc), **Vegetación** (tipo de vegetación, porcentaje de cobertura, etc) (ver Anexo, Cuadro No. 9).

La característica correspondiente a la rugosidad es un indicador muy importante en la erosión por salpicadura y erosión laminar, ya que las características presentes de la estructura del suelo ya sea antes de su preparación o después de eventos lluviosos puede variar físicamente. Esta característica se observó y describió en los 4 muestreos realizados y se estimó en base a la información proporcionada por el Cuadro No. 14 y la Figura No. 3 (ver Anexo).

Las características de drenaje, profundidad, textura, pendiente, longitud al contorno de las parcelas solamente fueron descritas en un sólo muestreo, esto brindó información importante acerca de las condiciones en que se encuentra el suelo y la posibilidad de ser erosionado. En el caso del drenaje, utilizamos el Cuadro No. 15 para estimar y clasificar el tipo de drenaje encontrado en cada parcela (ver Anexo).

La profundidad fue medida en centímetros, tomando la parte arable del suelo. La información de la textura fue obtenida del análisis de laboratorio. El porcentaje de inclinación de la pendiente se estimó con un clinómetro y la descripción de su forma se hizo a través de la Figura No. 4 (ver Anexo).

Referente a la caracterización de la vegetación, se indica el tipo de planta encontrada en cada sitio y se estimó el porcentaje de cobertura de la siguiente manera:

- Selección de lugares al azar en la parcela de aproximadamente $4m^2$, para obtener una vista perpendicular a la superficie
- Comparación con los cuadros que se presentan en la Figura No. 5 y se anotan los porcentajes (puntos negros representan plantas) tomando el de mayor aproximación. Repitiendo en los distintos lugares al azar de la parcela el mismo procedimiento

- Descripción del rango de cobertura de la superficie cubierta. Esto se realizó en cada uno de los muestreos ya que el porcentaje de cobertura es un factor cambiante tanto en el tiempo como en el espacio, además juega un papel eficaz en la protección del suelo, dependiendo del tipo de planta y de su cobertura en la superficie. La Figura No. 5 también fue utilizada para determinar el porcentaje de piedras en la parcela.

Herweg (1989), indica que los datos de porcentajes de vegetación estimados pueden ser a la vez categorizados, para realizar esto se utiliza el Cuadro No. 16 (ver Anexo).

4.4.4.1.3.- Formato III

En este formato (ver Anexo, Cuadro No. 10), solamente se describieron algunas observaciones relevantes y en caso necesario en cada uno de los muestreos. La columna correspondiente a la dirección de la labranza y tipo de práctica de CSA sólo fueron descritas una sola vez.

En la columna correspondiente a manejo de la tierra, se incluyó el tipo de manejo que el productor realiza a la parcela en la preparación inicial y formas de siembra, dirección de la labranza así como otros manejos utilizados durante la etapa de crecimiento del cultivo.

En la columna referente a la conservación de suelos y agua se especificaron el tipo y la cantidad de prácticas, los problemas observados en ellas y las causas de los mismos.

4.4.4.1.4.- Formato IV

Este formato fue llenado a través de las observaciones realizadas al contorno de la parcela principalmente arriba y abajo (ver Anexo, Cuadro No. 11). Las columnas de área pendiente arriba y área pendiente abajo sólo se describieron en un muestreo, el resto de las columnas se completaban en caso de que hubiese cambio en las observaciones.

El factor **área pendiente arriba** es una fuente causal del daño de erosión se describió el tipo de área encontrada arriba de la parcela y el tipo de uso que se le da como por ejemplo:

- Área sellada, cuando el suelo es compactado por pisoteo de personas y animales (caminos o trochas), o cuando esta cubierto con concreto (carreteras).
- Área con cobertura vegetal más o menos permanente.
- Área cultivada, si se observaba con incorporación de rastrojo o se notaba la aplicación de quema, se dio prioridad a las áreas que contribuyeron al daño de erosión desde arriba, así como a la descripción del tipo de daño causado.

En el factor **área pendiente abajo** (área con daños subsiguientes), se describió el tipo de área encontrada subyacente a la parcela de estudio y los daños de erosión que le pudo proporcionar la parcela a ésta durante el transcurso de los cuatro muestreos. Este formato se basa en que la metodología de VADEA cubre las secuencias enteras de una pendiente del terreno, desde la cima hasta el valle, (Secuencia Topográfica de Erosión).

4.4.4.1.5.- Formato V

Este formato (ver Anexo, Cuadro No. 12), se utilizó específicamente para el dibujo de las huellas de erosión de cada parcela, esto se realizó durante cada muestreo, representándose al final en un solo mapa para cada lugar, se identificaron y dibujaron las huellas de erosión persistentes y recientes a través de su respectiva leyenda, la simbología de las huellas de erosión recientes variaron según su categoría. Así mismo se dibujó el estado con que se mantuvieron las prácticas de Barreras Vivas, Barreras Muertas y Acequias.

4.4.5.- FASE V: Análisis de los Datos

Para realizar el análisis y discusión de los datos se agruparon las características recopiladas durante cada muestreo por cada sitio. Posteriormente se unieron los sitios por comarca (La Reyna y Yucul) y éstas a la vez se dividieron en 4 zonas (2 por comarca) dependiendo de su ubicación y accesibilidad en la realización del monitoreo. De esta manera se obtuvo una mejor visión de las condiciones presentes en cada zona, se identificaron las causas y consecuencias de erosión, las más importantes para cada sitio.

La erosión se describe por la pérdida de suelo (masa) por unidad de área o volumen, como indicador de las pérdidas de un determinado sitio (parcela), que hay que relacionar a un área, que en general es una parte específica con un uso en particular de la tierra.

Esta parcela está influenciada en sus alrededores por otro tipo de uso, vegetación y manejo de suelo, esto lo hace susceptible a la erosión, sin embargo en muchos casos no está erosionada toda la parcela sino una parte, por lo que VADEA sugiere 5 indicadores para el análisis de los cálculos obtenidos. Estos indicadores son los siguientes:

- 1. Pérdida de suelo**
- 2. Pérdida de suelo por parcela**
- 3. La pérdida por área de daño actual**
- 4. El área del daño actual en porcentaje**
- 5. Descripción exacta de la ubicación de los rasgos de erosión.**

Los cuatro primeros son cálculos necesarios para completar el formato I. Las fórmulas para el cálculo y las unidades en que se expresan dichos indicadores se presentan en el Cuadro No. 17 estos datos indican como están las pérdidas de suelo según la característica de cada parcela descrita en los formatos del II al IV. El quinto indicador proporciona una descripción exacta de la localización de la fracción de erosión de campo en la ladera, ya sea arriba, dentro o abajo de la parcela y ubica donde se presentan los mayores daños de erosión.

Cuadro No. 17 Cálculo de la pérdida de suelo

Medida	Unidad	Fórmula
Pérdida de Suelo (PS)	t	PS= Ns * As * Ls * Ps * Da
Área de Daño Actual (AD)	m ²	AD= Ns * As * Ls
Área de Daño Actual (ADD)	%	ADD= AD * 100/At
Pérdida de Suelo por Área Total (PST)	t/ha	PST= PS/At
Pérdida de Suelo por Área Dañada (PSD)	t/ha	PSD= PS/AD

Fuente: Herweg, 1996.

Ns = Número de surcos

As = Ancho promedio del surco (mt)

Ls = Longitud promedio del surco (mt)

Ps = Profundidad promedio del surco (mt)

At = Área total de la parcela en m²

Da = Densidad aparente en t/m³

4.4.5.1.- Análisis de los Mapas.

Se compararon los mapas realizados para cada sitio en cada muestreo, con la finalidad de determinar donde existieron mayores problemas de erosión por parcela, los que fueron observados y dibujados durante la etapa de campo. Esto ayudó a seleccionar el área crítica o zona de riesgo para cada parcela. Estas áreas críticas correspondieron a situaciones en las cuales existieron alteraciones significativas al medio físico del suelo por la erosión como por ejemplo, formación de surcos, afloramiento rocoso, cárcavas, etc.

El área crítica ayudó a seleccionar el área más dañada en la parcela e indicar **dónde y cómo** iniciar o recomendar CSA, ya que de acuerdo a la descripción de las características de suelo, pendiente etc; de cada parcela en los 4 formatos y con el apoyo del mapa de huellas de erosión pudimos identificar cuál es el tipo de erosión y su causa, cual es el efecto observado y que alternativas de solución se pueden implementar.

Se seleccionó un sitio representativo para cada zona en el cual se agrupa de forma general las características (topografía, uso agrícola, manejo, prácticas de CSA) de los sitios restantes así como las causas y consecuencias de erosión observadas y de esta manera mostrar el procedimiento para la obtención de la información de los formatos (I-IV) y el mapeo de las huellas de erosión.

Para un mejor análisis e interpretación de los datos obtenidos se hizo uso de gráficos sencillos, en las que se representan las pérdidas de suelo según las principales causas y factores de erosión en las Figuras No. 10 y 12 de La Reyna y Yucul respectivamente así como las Figuras No. 11 y 13 en las

cuales se compararon dichas pérdidas en parcelas con y sin prácticas de retención (Barreras vivas, Barreras muertas y Acequias) de la comarca La Reyna y Yucul respectivamente.

4.4.6.- FASE VI: Devolución de la Información

En esta fase se determinó realizar la devolución de los resultados obtenidos a través de un taller en donde participarían los productores que formaron parte de este estudio además de técnicos y extensionistas de las diferentes instituciones gubernamentales y no gubernamentales que promueven dentro de la zona prácticas de conservación de suelos y agua y otras instituciones interesadas en el estudio. Todo esto es con el fin de conocer y valorar las diversas opiniones que pudieran definir tanto los productores y técnicos, acerca de la valoración del proceso de erosión en la zona y las medidas que se toman actualmente, de esta manera se aportarían mejores alternativas y sugerencias en conjunto con los productores para la planificación de CSA y que éstas sean factibles, económicas y aceptables para ellos.

*La realización del taller no se llevo a cabo por inconveniencias de tiempo con los participantes, pero por sugerencias quedan incluidos en la metodología los propósitos de dicha fase.

* Salmeron, 1998

5.- RESULTADOS Y DISCUSION

5.1.- Descripción General de la Comarca La Reyna

La comarca La Reyna ubicada a 2km de San Ramón, cuenta con un clima semihúmedo, un relieve muy accidentado con pendientes que oscilan entre 10 y 40%. En los terrenos se observan derrumbes provocados por el huracán Juana (1989) y hundimientos por excavaciones mineras.

Esta comarca se dividió en dos zonas de estudio (1 y 2), en las que se agrupó un número determinado de parcelas, las cuales fueron parte de la investigación. La agrupación de las parcelas se realizó de acuerdo a la circunscripción que éstas tenían en cada zona. En cada zona se seleccionó una parcela o sitio representativo con características similares a las parcelas restantes.

5.1.1.- Zona 1

En esta Zona se ubican los sitios del 1 al 4 y del 9 al 10, localizados en la parte media de la ladera a ambos lados de la carretera principal con áreas entre 1/4 a 3mz. Los terrenos se dedican al uso agrícola (maíz y frijol) y a huertos familiares (frutales; musáceas), uno de estos sitios (9) en el tiempo de descanso se utiliza para pastoreo. Se observa una vegetación natural no muy abundante principalmente a la orilla de la carretera

Los sitios que formaron parte del estudio son terrenos con pendientes de 10 % y mayores del 20%, los suelos presentan una textura entre franco limoso, arcilloso y limoso con profundidades entre 15-30cm.

El manejo de suelo consiste en chapoda y manejo de rastrojo como mulch, chapoda con quema controlada y aplicación de gramoxone. La incorporación de rastrojo solamente se dio en el sitio 3. La labranza Cero y Siembra al Espeque constituyen las principales medidas agronómicas de conservación utilizadas. Las obras de CSA implementadas son Acequias, Barreras Muertas de piedra, (construidas entre el segundo y tercer muestreo) y Barreras Vivas de Gandul y Pasto (Taiwan). **El sitio representativo para esta zona fue el número 3.**

La información contenida en los formatos correspondientes al sitio 3, se presentan en los Cuadros No. 24 y 26 (ver Anexo) junto con la Figura No. 6 del mapa de daño de erosión. Las huellas de erosión observadas en este sitio no son recientes al estudio realizado, son producto de períodos de lluvias anteriores. No fueron observadas huellas de erosión por surcos recientes ni persistentes por lo que el formato I no fue completado, pero sí los formatos restantes (II - IV).

En el sitio representativo el porcentaje de pendiente con su forma convexa constituyen un factor propicio para que el escurrimiento fluya en la ladera. Este efecto no se observó por el manejo que el productor le brindó al suelo (incorporación de rastrojos de los ciclos anteriores), además

durante el transcurso del muestreo realizó chapoda que lo utilizó como mulch, protegiendo de esta forma el suelo del golpe de las gotas de lluvia, reduciendo la escorrentia e incrementando la infiltración del agua.

La cobertura vegetal presente y la materia orgánica incorporada favorecieron la rugosidad del suelo, contribuyendo a la infiltración del agua. La no quema, cero labranza y siembra al espeque contribuyeron a evitar daños de erosión por surco, así mismo la reducción de las labores agrícolas ayudó a mantener una estructura favorable para la infiltración.

El sitio 3 se vio afectado por escurrimiento proveniente del área colindante arriba, esto no fue registrado durante la etapa de campo, sí no por observaciones hechas por el productor en años anteriores, en las que se presentaron lluvias más intensas que las registradas durante el transcurso de la investigación.

Estas lluvias provocaron desde arriba de la parcela la formación de escorrentía que causó daño a las Acequias con Barreras Vivas de Gandul las cuales se encuentran derrumbadas, observándose una de estas obras ubicada en la parte alta de la parcela totalmente sedimentada. El lugar crítico para este sitio lo representan las acequias dañadas.

5.1.1.1.- Causas y Consecuencias de Erosión en la Zona 1

En la zona 1, se observaron más daños de erosión debido a la: Escasa cobertura o protección vegetal, al daño causado por el sobreflujo del área situada arriba (trocha y cumbre rocosa) y a las prácticas de conservación de suelos y agua defectuosas; las pérdidas de suelo estimadas se resumen en el Cuadro No. 18.

En esta zona la cobertura vegetal estimada de acuerdo a los porcentajes muestreados fue muy pobre, pobre (sitios 2, 4, 9 y 10) y moderada (sitios 1 y 3), y el rastrojo se estimó como poco. En los sitios 2, 4 y 10 se presentaron huellas de erosión actual y persistentes debido a que el suelo se encontraba desprotegido durante el tiempo que se realizaron los muestreos esto provocó que la infiltración disminuyera por la falta de estructuración de los agregados del suelo la que es proporcionada principalmente por la protección vegetal estable.

Los bajos porcentajes de cobertura vegetal fueron causados por la quema en la preparación inicial del terreno y la aplicación de gramoxone en el transcurso del crecimiento del cultivo (sitios 2, 4 y 10). Asimismo los porcentajes de pendiente (0-16%), las formas cóncava y convexa contribuyeron a que el escurrimiento fluyera con más facilidad.

Las áreas colindantes situadas arriba de la parcela que provocaron daño fueron: una trocha (sitio 10), donde el productor observó que en la época de lluvia se acumulaba agua, para evitar esto hizo pequeñas entradas a la orilla de la parcela, las que fueron extendiéndose con la fuerza del agua y una cumbre rocosa (sitio 9). Ambas áreas selladas contribuyeron a la formación de escurrimiento.

En el sitio 3 no se observaron huellas de erosión recientes ni persistentes (surcos), pero daños como: derrumbes de acequias, acumulación y sedimentación de las mismas, como se puede apreciar en la siguiente fotografía.



Fotografía No. 1 Acequia con daños producto de la erosión, parcela del productor Juan Díaz (sitio 3), comarca La Reyna (zona 1).

Las acequias se encontraban sin mantenimiento y no tenían Barreras Vivas necesarias para la protección de su borde. Las barreras vivas son necesarias en terrenos con pendiente mayores del 15%, la ausencia de estas provocó derrumbes en las Acequias.

Las Acequias con Barreras Vivas de Gandul ubicadas en la parte alta de la parcela presentaban demasiado espacio entre planta. En cambio las establecidas en la parte baja con Barreras Vivas de Taiwan se observaban con mucha más densidad entre plantas.

Cuadro No. 18 Causas de Erosión en la Zona 1 de la comarca La Reyna

ZONA 1			
CAUSAS / PÉRDIDA DE SUELO t/ha			
SITIO	Escasa Cobertura vegetal	Sobreflujo	Práctica de Retención defectuosa
1	0	0	0.005
*2	0.37	0	
3	0	0	0
*4	7.66	0	
*9	0	0.34	
10	0.03	0.58	0
TOTAL	8.06	0.92	0.005

* Sitios que no implementan Bv, Bm o Acequias

Se observaron daños de erosión correspondiente a períodos de lluvia anteriores al muestreo así como huellas de erosión laminar y en surcos durante el período valorado, estas últimas se clasificaron como: SPP, SPPA y SA. Correspondiendo la de carácter persistente el surco SPPA, SPA y SA para los sitios: 2 (4.76t/ha), 4 (44.22t/ha) y 9 (11.31t/ha) respectivamente. Las acumulaciones detrás de piedras, sedimentación de acequias y otras huellas de erosión fueron observadas durante los cuatro muestreos realizados.

Las consecuencias de erosión en las áreas ubicadas abajo de los sitios estudiados fueron: La lenta contaminación del río producto de todo el sedimento que la escorrentía arrastra y deposita (sitio 9) y la continuación de surcos persistentes en áreas de Granos Básicos (sitio 4)

5.1.2.- Zona 2

En la zona 2 se ubican los sitios del 5 al 8, con áreas entre 1/4 a 1mz y en la parte alta el lugar denominado "Monte Grande". Se diferencia de la zona 1 por la abundante vegetación natural que todavía existe en gran parte de ella y la mina de oro de la Reyna.

Los terrenos se dedican al uso agrícola (Maíz y Frijol) para autoconsumo así como Café y Frutales. El sitio 5 durante el tiempo de descanso (enero - marzo) es utilizado para el pastoreo del ganado, en este lugar se observó en un punto del terreno un hundimiento producto de las

excavaciones mineras. El relieve es accidentado con pendientes que oscilan entre 10 y 30%, de formas irregulares, con suelos de textura franco-limoso, limoso y franco-arcilloso.

El manejo de suelo consiste en chapoda, incorporación de rastrojo del ciclo anterior (sitios 6 y 8) y manejo de rastrojo como mulch (sitios 5 y 7) con cero labranza y siembra al espeque en el sitio 5 se utiliza la Labranza Mínima para el cultivo de Yuca y en el sitio 7 se aplicó gramoxone. Las prácticas físicas de conservación de suelos y agua implementadas por los agricultores son: Acequias sin Barreras Vivas y Acequias con Barreras Vivas de Gandul. **El sitio representativo para esta zona es el número 5.**

En el sitio 5 se estimaron mayores pérdidas de suelo, los daños cuantitativos y cualitativos fueron evidentes. El porcentaje de inclinación del terreno y la poca cobertura vegetal fueron los factores determinantes para la formación y observación de huellas de erosión laminar y en surco. La información contenida en los formatos durante los cuatros muestreos evidencian el daño que este sitio presentó (ver Anexo Cuadros No. 25, 27 y 28).

En este sitio se estimaron pérdidas de suelos de huellas recientes o actuales de erosión por surco, observadas durante los muestreos. Este daño fue causado por la poca protección brindada por la cobertura vegetal al terreno que representa una pendiente de forma irregular y un porcentaje de 25-30%, la forma convexa-cóncava favoreció más la erosión en la parcela, observándose mucho escurrimiento.

La formación de escorrentía se favoreció por la compactación del terreno producto del pisoteo del ganado que pone a pastar el productor durante la época de descanso. Esto último deterioró la estructura del suelo (Mediana a Fina) y el crecimiento de la vegetación protectora.

Las labores agrícolas realizadas por el productor fueron mínimas, tales como: No quema, Cero Labranza y Labranza Mínima, Siembra al Espeque y Rastrojo como mulch que no perduraba en la superficie del suelo de la parcela por la fuerza de la escorrentía.

El área colindante situada arriba de este sitio también influyó en la formación de surcos. Esta tiene vegetación de árboles permanentes, pero existe una línea divisoria de matorral poco denso entre este sitio y el área de bosque. En el área de matorral es donde se inició el escurrimiento o sobreflujo.

De acuerdo a la Figura No. 7 del mapa de daño de erosión del sitio representativo (ver Anexo) éste presenta Acequias sin Barreras Vivas con problemas de derrumbes y sedimentación, las que causaron daños de erosión por surco.

La parcela presenta riesgos fuertes de erosión, presentando un hundimiento en una pequeña área de ésta producto de excavaciones en la mina. Los lugares críticos corresponden a la parte Oeste y Este con escasa protección vegetal y el área de las Acequias por la falta de Barreras Vivas contribuyeron a la formación de erosión por surco.

5.1.2.1.- Causas y Consecuencias de Erosión en la Zona 2

La comparación de los Cuadros No. 18 y 19 correspondientes a la zona 1 y 2 respectivamente, nos indica que en esta última zona se estimaron menores pérdidas de suelo, debido a la influencia positiva en la uniformidad y distribución de los porcentajes de la cobertura vegetal; al poco efecto del sobreflujo, pero no así con respecto a las prácticas de CSA defectuosas que presentaron un total de pérdidas de suelo de 0.26t/ha en comparación con 0.005t/ha correspondiente a la zona 1.

En esta zona los porcentajes de cobertura vegetal fueron clasificados de la siguiente manera: muy pobre (sitio 5), pobre (sitios 6 y 8), moderado (sitio 7) y el rastrojo como poco. El sitio 5 fue el más representativo en cuanto al daño por erosión observada y estimada, debido escasa cobertura vegetal y al porcentaje de pendiente (25-30%). Aunque el manejo del suelo consistía en la incorporación de rastrojo como mulch y las labores realizadas por el productor eran mínimas, el

arrastre de suelo fue evidente durante todos los muestreos. Esto último se atribuye a la compactación provocada por el pastoreo, lo que contribuyó a que el escurrimiento infiltrara poco y fluyera hacia abajo de la pendiente arrastrando.

Las Acequias que no tenían Barrera Viva e igualmente las acequias con Barrera Viva de Gandul (sitios 6, 7 y 8) sufrieron derrumbes que provocaron erosión en surco. Entre los problemas que presentan estas prácticas figuran los siguientes: la Barrera Viva es poco densa y los espacios entre las plantas de Gandul son de 0.5 y 1mt.

La erosión en esta zona se evidencia por las huellas observadas de arrastre de suelo, acequias derrumbadas así como un surco persistente en el sitio 7 donde se estimó una pérdida de suelo de 9.63t/ha. Tanto en la zona 2 como en la 1 es evidente la poca protección de la cobertura vegetal (causa principal de erosión en surco) y el sobreflujo observado en el sitio 5.

Cuadro No. 19 Causas de Erosión en la Zona 2 de la comarca La Reyna

ZONA 2			
CAUSAS / PÉRDIDA DE SUELO t/ha			
SITIO	Escasa Cobertura vegetal	Sobreflujo	Práctica de Retención defectuosa
5	0.62	0.63	0.01
6	0	0	0.03
7	0.22	0	0
8	0	0	0.22
TOTAL	0.84	0.63	0.26

Las consecuencias de erosión que presenta esta zona son similares a la zona 1. La contaminación del río (sitio 5) por el arrastre de suelo y sedimentación del mismo proveniente de la parcela.

En la comarca La Reyna se estimó una pérdida de suelo de 10.71t/ha, correspondiente a huellas de erosión recientes. Las pérdidas de suelo se atribuyen principalmente a la poca cobertura vegetal (83%), seguido del sobreflujo proveniente del área colindante arriba (14 %) y a las prácticas de Acequias, Barreras vivas o Barreras muertas defectuosas (2.4%). (ver Figura No. 10), conforme a las huellas de erosión se estimó un promedio de área dañada de 10.43 m² /ha.

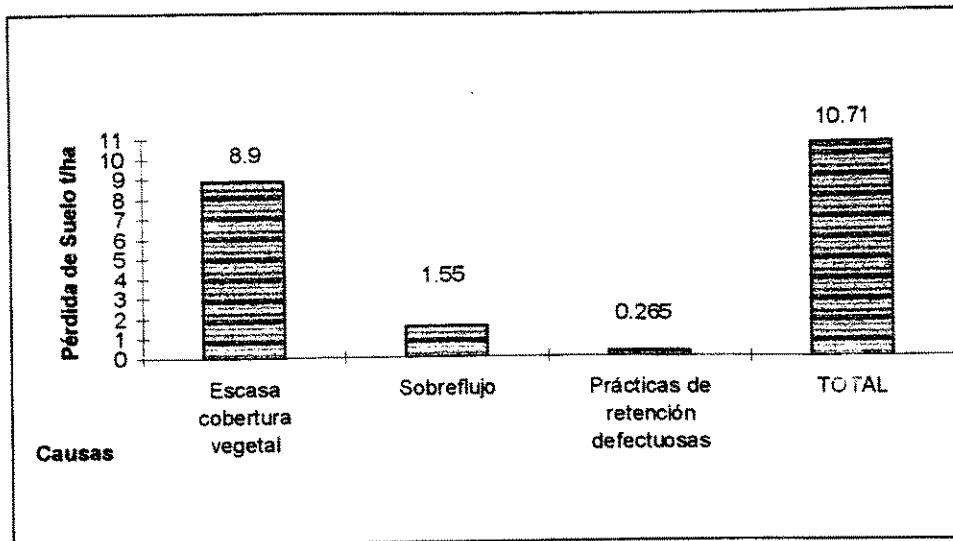


Figura No. 10 Pérdidas de suelo en la comarca La Reyna según las principales causas observadas

Las pérdidas de suelo obtenidas en parcelas con y sin prácticas de retención de la comarca La Reyna se observan en la Figura No. 11. De los diez sitios estudiados, tres no implementaron prácticas de retención (Acequias, Barreras Vivas y Barreras Muertas).

En estos tres sitios se estimó una pérdida de 8.37 t/ha donde los porcentajes máximos de cobertura fueron de 60% no distribuidos uniformemente en las parcelas lo que contribuyó que en las partes donde el suelo se encontraba descubierto o con poca protección vegetal fueran afectadas por el proceso de erosión. Los daños por sobreflujo (0.34 t/ha) provino de un sitio que tenía una cumbre rocosa (área sellada) como área colindante arriba.

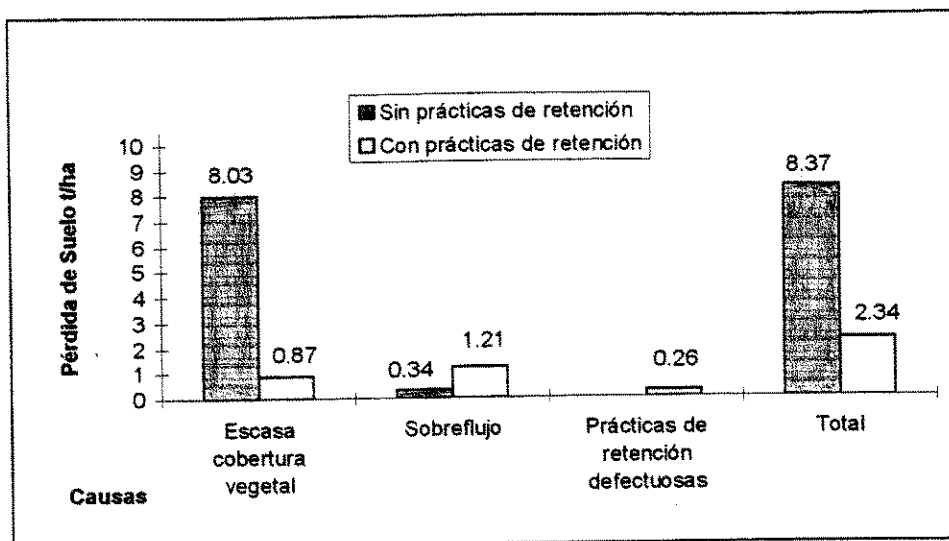


Figura No. 11 Pérdida de suelo en la comarca La Reyna en parcelas con y sin prácticas de retención (Barreras vivas, Barreras muertas y Acequias)

En relación a los sitios que sí implementaban prácticas de retención las pérdidas estimadas fueron menores y esto se debe a que el manejo del suelo brindado por la mayoría de los productores de estos sitios no incluía la quema (fuego y gramoxone) lo que proporcionaba una mayor presencia y protección de la cobertura vegetal, los daños por sobreflujo fueron mayores en relación al sitio que no implementa obras de retención debido principalmente a un área de matorral poco densa y una trocha, ambas ubicadas como áreas colindantes arriba, pero en la mayoría de los sitios las áreas colindantes arriba eran de vegetación de árboles permanentes brindando protección al suelo y reduciendo así el daño por sobreflujo.

Lo que se atribuye a las pérdidas estimadas por prácticas de retención defectuosas éstas fueron de acequias sin barreras vivas y con barreras vivas de gandul con demasiado espacio entre plantas provocando derrumbes y sedimentación, siendo las barreras vivas de Taiwan las que presentan mayor densidad y protección. En el Cuadro No. 20 se resume las características generales observadas en los sitios de la zona 1 y 2 de la comarca La Reyna.

Cuadro No. 20 Descripción general de la Zonas 1 y 2 de la comarca La Reyna.

La Reyna	Zona 1 (6 sitios)	Zona 2 (4 sitios)
Ubicación	Parte media de la ladera	Parte alta de la ladera
Pendiente	10 - 20%	10 - 30%
Uso agrícola	Granos básicos y huertos familiares	Granos básicos, café y frutales
Cobertura Vegetal	20-60%	20-60% con mayor uniformidad
Suelos	F.limoso, arcilloso y limoso	F.limoso, limoso y F.arcilloso
Manejo de suelo	Chapoda con manejo de rastrojo (mulch) y quema controlada, rastrojo incorporado, uso de gramoxone, cero labranza y siembra al espeque	Similar se diferencia <ul style="list-style-type: none"> • No quema y • Labranza mínima
Prácticas de CSA	Acequias, Bv de Gandul, Taiwan y B. muertas	Acequias y Bv de Gandul

5.2.- Descripción General de la Comarca Yucul

La comarca Yucul ubicada a 7km de San Ramón se diferencian dos principales características agroecológica: la zona alta o húmeda y la zona baja o semihúmeda siendo esta última donde se realizó el estudio. Tiene una topografía moderada en relación a la parte alta. Por su uso es una zona destinada principalmente a la siembra de granos básicos, ganadería y hortalizas. Se encuentran pequeños puntos de vegetación montañosa. La CSA en esta comarca esta concentrada al sur del caserío de Yucul y alrededor de La Aldea, El Esquirín, siendo estos dos lugares en los que se ubicaron las zonas 3 y 4.

5.2.1.- Zona 3.

En esta zona se ubicaron tres sitios (11, 12 y 13) localizados generalmente a la orilla de la carretera principal (San Ramón - Matiguas). Los sitios 12 y 13 abarcan la parte media de la ladera y el sitio 11 la parte baja, poseen áreas de 1.5-2mz dedicadas a la producción de Maíz y Frijol.

Las características físicas observadas en los sitios 12 y 13, son las siguientes: pendientes fuertes (20-35%), suelos poco profundos, pedregosidad (10-30%), longitud al contorno (mayor de 200mt).

El sitio 11 presenta las mejores características físicas (estructura, color y porosidad) debido a que el productor de este sitio a diferencia de los otros no realiza quema. La incorporación y manejo de rastrojo como mulch realizada en esta parcela contribuyeron a que los daños de erosión observados fuesen relativamente bajos en comparación con los sitios 12 y 13.

El manejo del suelo que predomina en esta zona es de roza y quema, uso de herbicida, cero labranza y siembra al espeque. Las prácticas de CSA implementadas por los agricultores son: Acequias + Barreras Vivas de Caña (sitio 12) y Barreras Muertas (sitio 13). Estas obras carecen de mantenimiento de un diseño adecuado en su estructura y ubicación para contrarrestar los efectos de la erosión. **El sitio representativo de esta zona fue el número 13**

En el sitio 13 a pesar del manejo que el productor le da al suelo (Labranza Cero y Siembra al Espeque) y de observarse características estructurales favorables (Rugosa a Mediana); no fueron suficientes para contrarrestar los daños por erosión. Además predominaron otras condiciones adversas tales como: bajo porcentaje de cobertura vegetal y de rastrojo, forma irregular de la parcela y porcentaje fuerte de pendiente, los que favorecieron la acumulación y continuidad de la escorrentia principalmente en la parte de arriba, donde el suelo se observó desprovisto de vegetación. Esta información se presenta en los Cuadros No. 29, 31 y 32 (ver Anexo).

En la Figura No. 10 del mapa de daño de erosión correspondiente a este sitio, se observa que el daño por surco no fue uniforme en toda la parcela. Este se limitó a la parte Noreste, debido al

sobreflujo proveniente de la carretera principal (lugar crítico de la parcela) y a la ausencia de medidas de protección contra los efectos de la corriente, ocasionando la formación de un surco ancho, el cual se extiende hasta la parcela vecina provocando daños subsecuentes. Además se observa la sedimentación y desbordes de las Barreras Muertas establecidas.

Las Barreras Muertas (única práctica física de conservación de suelo) establecida en este sitio ayudan a prevenir la erosión. La mayoría de ellas presentaban condiciones de sedimentación y derrumbes, contribuyendo a los daños de erosión observados recientemente.

5.2.1.1.- Causas y Consecuencias de Erosión en la Zona 3

En los sitios ubicados en esta zona se observaron mayores daños de erosión durante el tiempo en que se llevo a cabo la aplicación de VADEA, principalmente en las parcelas 12 y 13. Las huellas de erosión en los terrenos cultivados y al contorno de los mismos fueron fáciles de visualizar en los tres primeros muestreos.

Los daños de erosión observados en estas parcelas fueron producto de las altas concentraciones de sobreflujo en los siguientes lugares: a lo largo de la carretera principal, camino y sus drenes y sobreflujo de cumbres rocosa (ver Cuadro No. 21), lo que contribuyó a causar mayores pérdidas de suelo.

Las huellas de erosión observadas en las parcelas de cultivo fueron erosión en surco, erosión laminar, afloramiento rocoso y acumulación de suelo detrás de piedras y rastrojo. Los daños de erosión por surcos (actual y persistentes), proporcionaron los datos necesarios para estimar las pérdidas de suelo en cada uno de los sitios observados y ubicar el punto crítico de la parcela (ver Fotografía No. 2).

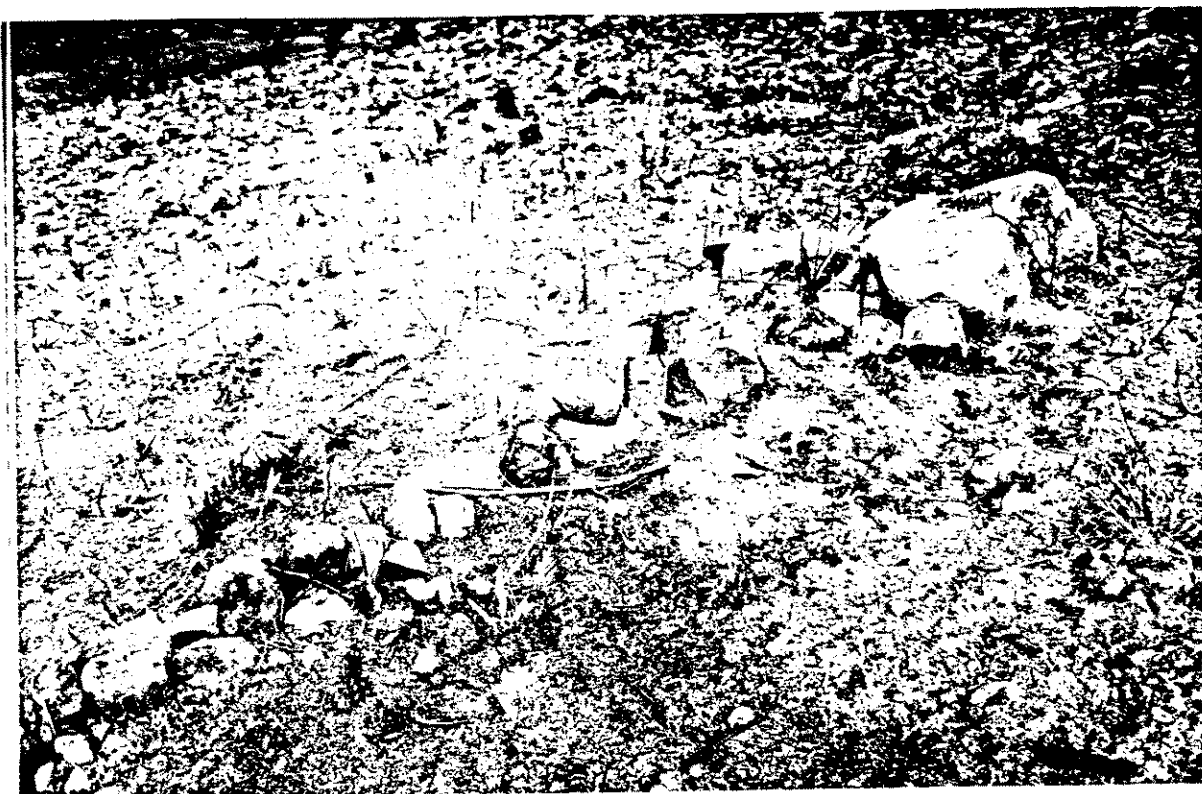


Fotografía No. 2 Surco persistente provocado por sobreflujo de la carretera, parcela del productor Pedro Cruz (sitio 13), comarca Yucul (zona 3).

Los mayores daños de erosión se observaron en los sitios 12 y 13, donde ya se habían formados huellas de erosión en surcos persistentes clasificadas como SPA y SA. En el sitio 13 solamente se efectuaron 2 mediciones en el surco persistente (inicio y final del muestreo) estimando una pérdida de 28.23t/ha), en este surco se observó acumulación de suelo y derrumbes en los bordes en toda su longitud y en el surco persistente del sitio 12 se estimó una pérdida de 43.09t/ha. Las huellas de erosión actual se clasificaron como: SPP, SPPA y SP

Las acequias sin barreras vivas se observaban derrumbadas, producto del desbordamiento del agua de arriba y por la falta de protección. Durante el segundo y tercer muestreo las Barreras Muertas ubicadas en la parte de arriba (ver Fotografía No.3), se encontraban con deposición de suelo o totalmente sedimentadas y sin un levantamiento adecuado.

Esto contribuyó a la formación de más surcos debido principalmente a que esta parcela está directamente influenciada por la escorrentía de la carretera dada la posición subyacente que tiene con respecto a esta.



Fotografía No. 3 Práctica de Barrera Muerta sedimentada y sin levantamiento, parcela del productor Pedro Cruz (sitio 13), comarca Yucul (zona 3).

El manejo del cultivo y la quema pareja que se realizó en la parcela cuando se preparó el terreno, ocasionaron bajos porcentajes de cobertura, clasificados como: muy pobre (sitios 12 y 13), pobre (sitio 11) y poco para el rastrojo. Los bajos porcentajes de cobertura vegetal y las características de la parcela (pendiente y longitud al contorno), especialmente en los sitios 12 y 13 contribuyeron a facilitar el arrastre del suelo por la escorrentía.

Cuadro No. 21. Causas de Erosión en la Zona 3 de la comarca Yucul

ZONA 3			
CAUSAS / PÉRDIDA DE SUELO t/ha			
SITIO	Escasa Cobertura vegetal	Sobreflujo	Práctica de Retención defectuosa
*11	0.01	0.02	
12	2.84	0.86	0
13	0	0	1.35
TOTAL	2.85	0.88	1.35

*** sitio que no implementa Bv, Bm o Acequias**

En el sitio 11 se observaron pocos daños de erosión por surco, debido a la acumulación de la escorrentía en una parte del área (cumbre rocosa) y a lo largo de una leve depresión del terreno, estos no ocasionaron ningún daño subsecuente fuera de la parcela.

En el sitio 12 la concentración del escurrimiento llegó a un río ubicado en el lado Este de la parcela (abajo) y en el sitio 13 esta concentración continuo provocando daños en un área con Maíz ubicada abajo.

5.2.2. - Zona 4.

En esta zona se ubican los sitios del 14 al 19, estos forman parte de la comunidad de La Aldea, El Esquirín (parte sur del Yucul) localizados generalmente en la parte baja de la comarca. Las parcelas tienen un área de 0.5 - 1.5mz, de suelos profundos con textura franco limoso y estructura similar para todos los sitios. El sitio 14 posee suelos con mayor contenido de materia orgánica a diferencia de los otros sitios, mayor soltura. Esto se atribuye a la incorporación de rastrojo que realiza desde hace varios años el agricultor en esta parcela.

Los terrenos poseen pendiente menores (10-15%) y porcentajes de piedras en la superficie (10-30%) igual los de la zona 3. El manejo de suelo es similar al que los agricultores dan en la zona 3 (cero labranza y siembra al espeque), con la diferencia que no realizan quema pero si utilizan gramoxone para el control de malezas. El productor del sitio 14 no realiza quema (fuego, químicos), utiliza labranza mínima y camas de siembra (camellones) para la semilla. La cobertura vegetal observada fue muy pobre a pobre (sitios 14, 15 y 18), pobre (6, 17 y 19) y poco para el rastrojo lo que contribuyó a la erosión laminar observada en los mismos.

Las prácticas de CSA utilizadas por los agricultores son: Acequias + Barreras Vivas (Piña, Zacate Limón y Taiwan) e incorporación de rastrojo, solamente en el sitio 14 se realiza combinación de prácticas. En el resto de los sitios se implementan Acequias combinadas en muy poco casos con Barreras Vivas (sitio 18). **El sitio representativo de esta zona fue el número 16.**

Las características observadas en los Cuadros No. 30, 33 y 34 (ver Anexo) del sitio 16 que influyen en los daños de erosión son: manejo del suelo (contribuye a aumentar los daños por erosión laminar), aplicación de gramoxone (contribuye al bajo porcentaje cobertura vegetal) lo que favorece la escorrentía. En esta parcela se observaron acumulaciones en la parte central y baja.

Se observaron daños de erosión por surco por la acumulación de escorrentía proveniente del área de arriba (camino y área de siembra), esto puede observarse en la Figura No. 11 del mapa de daño de erosión (ver Anexo). Este punto representó el lugar crítico o de mayor riesgo. También se observó acumulación dentro y fuera de la parcela y sobreflujo hacia la parcela vecina (pendiente abajo), no se estimaron daños severos de erosión subsecuente.

5.2.2.1.- Causas y Consecuencias de Erosión en la Zona 4

Esta zona presentó menos daños de erosión por surco, siendo afectados solamente los sitio 16 y 18. Las causas de la erosión se debieron a la concentración del sobreflujo en la trocha y en una cumbre rocosa y la concentración del flujo de agua en las prácticas de conservación de suelos y agua (ver Cuadro No. 22).

Estas causas favorecieron la formación de erosión en surcos (sitios, 16 y 18), siendo los únicos sitios donde se estimaron pérdidas de suelo. En el sitio 16 el sobreflujo provocó un surco en el cual se observó acumulación de suelo a lo largo del mismo. Se observaron acumulación de suelo en las partes bajas (sitios 15, 16 y 17) y daños de erosión laminar (sitios 15, 16, 17 y 19).

En las Acequias se observó acumulación de sedimentos, principalmente las que tenían Barreras Vivas de Piña y las que no tenían ninguna protección. Las Barreras Muertas provocaron erosión en surco.

Los daños y huellas de erosión observados se deben a la poca cobertura vegetal sobre la superficie del suelo (casi todos los sitios). Se observaron huellas de erosión como pedestales y acumulación de suelo detrás de piedras.

Cuadro No. 22 Causas de la Erosión en la Zona 4 de la comarca Yucul

ZONA 4			
CAUSAS / PÉRIDIDA DE SUELO t/ha			
SITIO	Escasa Cobertura vegetal	Sobreflujo	Práctica de Retención defectuosa
14	0	0	0
*15	0	0	
16	0	1.65	0.28
*17	0	0	
18	0	0	0.39
*19	0	0	
TOTAL	0	1.65	0.67

* sitios que no implementan Bv, Bm o Acequias

Las consecuencias de erosión observadas en las áreas colindantes abajo de las parcela no fueron relevantes. Se observaron pequeñas acumulaciones de suelo (sitios 15, 16 y 17) correspondientes a las áreas ubicadas abajo del cultivo, pero en ninguna de ellas se visualizaron consecuencias como la continuación de erosión por surco, solamente acumulación de sedimento y en el resto de los sitios no se observó que provocaran daños subsecuentes.

Las pérdidas de suelo estimadas en la comarca de Yucul fueron de 7.43 t/ha, (ver Figura No. 12) este valor se obtuvo de las huellas recientes de erosión. La causa principal de estas pérdidas se atribuye a la poca cobertura ó protección vegetal (38%), seguido del sobreflujo con (34%) y las prácticas de Barreras muertas, Barreras vivas o Acequias defectuosas (27.6%) Además se estimó un promedio de área dañada de 13 m²/ha.

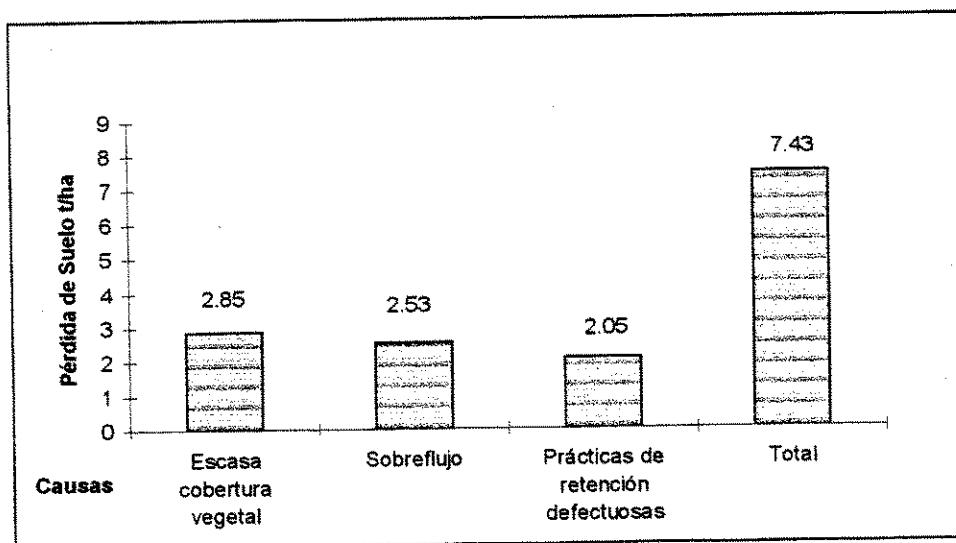


Figura No. 12 Pérdidas de suelo en la Comarca Yucul según las principales causas observadas

En Yucul las pérdidas de suelo estimadas en parcelas o sitios con prácticas y sin prácticas de retención (Barreras Muertas, Acequias y Barreras Vivas) se presentan en la Figura No. 13. De los cinco sitios en donde se estimó pérdida de suelo, cuatro implementaron dichas prácticas teniendo un total de 7.4 t/ha en donde la escasa cobertura vegetal producto de quemas realizadas en las parcelas con fuego y gramoxone mantuvieron rangos máximos de 40% sin uniformidad de dicho porcentaje en los sitios.

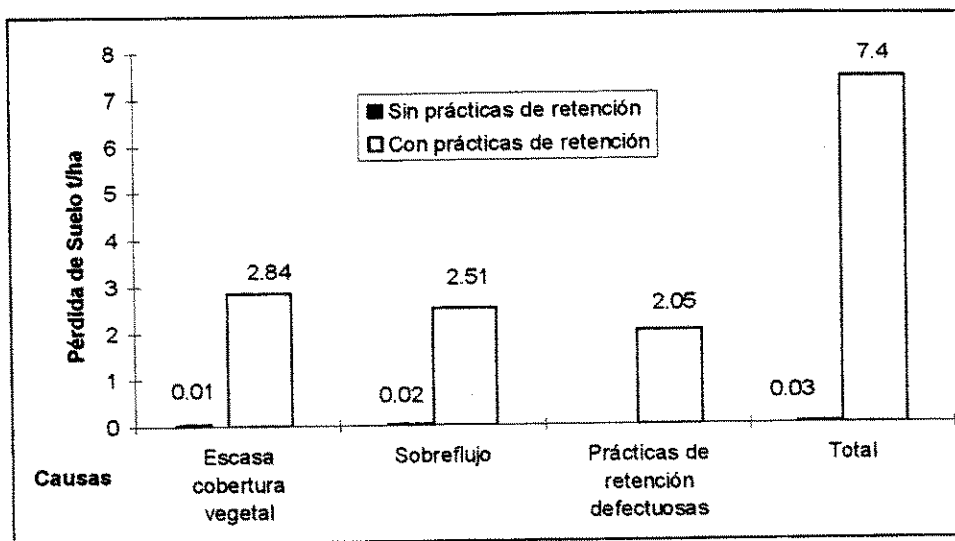


Fig. No. 13 Pérdida de suelo en la comarca Yucul en parcelas con y sin prácticas de retención (Barreras muertas, Acequias o Barreras vivas)

El sobreflujo que provoca daños de erosión en las parcelas proviene de áreas colindantes arriba como la carretera principal y una trocha ubicadas en la parte media y baja de la ladera, agregándose a este daño el porcentaje de inclinación del terreno, las prácticas de barreras muertas derrumbadas y sedimentadas influenciaban a la formación de erosión por surco.

En comparación al sitio que no implementa prácticas de retención se estimó una pérdida de suelo que corresponde a 0.03 t/ha ésta se debe a que el manejo del suelo suministrado por el productor como: Incorporación de rastrojo, chapoda con manejo de rastrojo como mulch y no quema contribuyó a mantener una estabilidad en el porcentaje y la uniformidad de la cobertura vegetal. El sobreflujo concentrado de una cumbre rocosa provocaba surcos en la parcela en partes donde ésta estaba descubierta. En el Cuadro No. 23 se presenta un resumen de las características observadas en los sitios de las Zonas 3 y 4 de la comarca Yucul.

Cuadro No. 23 Características generales de las zonas 3 y 4 de la comarca Yucul

Yucul	Zona 3 (3 sitios)	Zona 4 (6 sitios)
Ubicación	Parte media y baja de la ladera	Parte baja de la ladera
Pendiente	20 - 35%	10 - 15%
Uso agrícola	Granos básicos	Granos básicos
Cobertura Vegetal	20-40%	20-40%
Suelos	F. limoso, limoso y 10-30% de pedregosidad	F. limoso e igual en pedregosidad
Manejo del suelo	Uso de quema, aplicación de gramoxone, cero labranza y siembra al espeque	Similar se diferencia <ul style="list-style-type: none"> • No quema • Labranza mínima • Uso de camellones
Prácticas de CSA	Acequias, Bvs de caña y B. muertas	Acequias, Bvs de Piña, Zacate Limón y Taiwan

6.- CONCLUSIONES.

6.1.- Erosión

Las causas y consecuencias más importantes de erosión observadas en los diferentes sitios, durante el estudio fueron:

- **Escasa Cobertura Vegetal**

Los rangos máximos de cobertura vegetal en los sitios observados fueron del orden del 50% y los de cobertura muerta de 40%. Estos valores no contribuyeron a proteger el suelo de la erosión hídrica.

- **Sobreflujo**

Se observaron daños provocados por esorrentía de áreas colindantes arriba de las parcelas, especialmente las que se encontraban debajo de áreas compactadas y selladas (trochas, caminos, carreteras, cumbre rocosa) y en áreas con vegetación poco densa (matorral y maíz).

- **Prácticas de conservación de suelos y agua defectuosas (Acequias, Barreras Vivas y Barreras Muertas)**

Las pérdidas de suelo estimadas de prácticas de retención defectuosas fueron menores comparado con los daños provocados por las dos causas anteriormente señaladas. La mayoría de las prácticas defectuosas no controlan la escorrentía, por el contrario favorecen los daños de erosión en surco.

Las consecuencias de erosión por surcos recientes en la mayoría de los sitios observados, en las áreas colindantes abajo fueron: acumulación de suelo cuando eran áreas de siembra, arrastre de suelo y sedimentación en el río (sitios 5 y 9), concentración de escorrentía y continuación de erosión en surcos en parcelas vecinas (sitios 12 y 13).

El lugar donde se concentran los mayores daños por erosión en surco en cada parcela, representa el punto crítico y la parte más sensible de la misma a la erosión. Este punto indica el área mayormente afectada de la parcela, donde tienen que implementarse prácticas conservacionistas tomando en consideración su ubicación.

6.2.- Enfoque de las Técnicas de CSA

Las prácticas agronómicas utilizadas en las áreas de estudio (No Quema, Siembra al Espeque, Manejo de Rastrojo, Cero Labranza y Labranza Mínima) en combinación con las Acequias, Barreras Vivas y Barreras Muertas en buenas condiciones de mantenimiento, contribuyen al mejoramiento de las características del suelo y a contrarrestar los daños de erosión.

Los daños de erosión observados en las prácticas de retención fueron:

- Sedimentación de las Acequias y derrumbes frecuentes de los taludes.
- Las Barreras Muertas carecían de relevantamiento, provocando que el sedimento acumulado detrás de ellas sobrepasará el borde superior, ocasionado derrumbes y espacios vacíos.
- Las Barreras Vivas no son densas.
- Las prácticas defectuosas aceleran el proceso de erosión.

Los factores que inciden en la calidad de las prácticas de retención (Acequias, Barreras vivas y Barreras muertas) son causados por:

- Escasez de mantenimiento de las prácticas
- Incompatibilidad de las prácticas con los problemas de erosión de la parcela.
- Inasequibilidad de las prácticas a las condiciones sociales y económica del productor.

6.3.- Metodología

La metodología VADEA nos permitió de manera general conocer las condiciones en que se encontraban cada una de las parcela objeto de estudio, tomando en cuenta las características de suelo, vegetación, huellas de erosión (actual y persistentes), prácticas de conservación de suelos y agua etc. Esto nos facilitó estimar pérdidas de suelo y valorar las causas, efectos y consecuencias de erosión.

En comparación con otros métodos, VADEA es una herramienta sencilla, económica, fácil de aplicar para obtener información cuantitativa y cualitativa para valorar y diagnosticar problemas de erosión. Además no requiere periodos largos de monitoreo.

En áreas grandes la aplicación de esta metodología requiere más trabajo, personal de campo capacitado, transporte y suficiente tiempo para realizar los muestreos.

La carencia de datos de intensidad de lluvia del área de estudio no limitó la aplicación de VADEA, esta metodología no requiere del análisis de muestras de suelo para conocer la densidad aparente y textura. Esto último puede ser determinado empíricamente en el campo.

7.- RECOMENDACIONES

Las observaciones realizadas demostraron que las obras físicas de CSA establecidas en las parcelas no controlan adecuadamente la escorrentía, por lo que se requiere complementarlas con prácticas agronómicas.

Realizar un estudio más preciso a nivel de toposecuencia para valorar el proceso de erosión, debido a los daños causados por sobreflujo en las parcelas. Este último debería ser controlado por todos los productores en diferentes puntos de la ladera o cuenca.

Implementar Barreras Vivas o Muertas en las parcelas donde ya están establecidas las Acequias, principalmente en pendientes fuertes.

Alternar obras físicas de conservación con medidas biológicas en áreas con pendientes mayores del 30%.

No establecer prácticas físicas de conservación de suelos y agua cuando las condiciones y las necesidades de las parcelas no lo requieran.

Los Proyectos o Programas deben conocer los procesos de los daños de erosión para realizar una adecuada Planificación Conservacionista conjuntamente con los productores.

Las prácticas conservacionistas establecidas pueden ser efectivas siempre que se tome en cuenta la situación real de cada lugar y la opinión del productor.

Efectuar un estudio utilizando VADEA como herramienta complementaria a otras metodologías de medición y cuantificación de erosión en el mismo lugar u otro con condiciones diferentes a nivel de toda la ladera o cuenca.

Promover la aplicación de VADEA en Organismos Gubernamentales y No Gubernamentales interesados en estimar y valorar pérdidas de suelo de manera rápida en lugares donde no existe dicha información y obtener una base para la planificación de los primeros pasos de CSA.

8.- REFERENCIAS

- ALEMAN, M y MARIN. L.Y.; 1990. "San Ramón: La gran producción cafetalera del interior Diagnóstico de la Problemática y Alternativa de Desarrollo". Managua, Nicaragua.
- ARNOLDUS, H.M.J. 1977. "Predicting soil losses due to sheet and rill erosion". Rome, Italy. 99-124pp.
- AYRES, Q. C 1960 "La Conservación del Suelo y su Control" Ediciones Omega, S.A Barcelona España.
- BARQUERO, J.I. 1974. "Nueva Geografía de Nicaragua". Managua, Nicaragua.
- COSUDE (Agencia Suiza para el Desarrollo y la cooperación), PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central). 1996, "Memoria del Panel Sobre la Situación de la Agricultura en Nicaragua".
- COLEGIO DE POSTGRADO DE CHAPINGO. 1991 "Manual de Conservación de Suelos y Agua". Chapingo, México. Tercera edición 8 -10pp
- CUBERO, D. 1994. "Manual de Manejo y Conservación de Suelos y Aguas". San José, Costa Rica.
- DE FRANCO, et al. 1993. "Soil erosion and economic growth in Nicaragua". Managua, Nicaragua. Notater Statisk Sentralbyra.
- DÍAZ, J, SCHRADER, K y UBÁU.C. 1996 "El Rol de los Incentivos en la Conservación de Suelos y Agua el Caso San Ramón ".PASOLAC- UCA, San Ramón. Managua, Nicaragua
- FAO (Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación) & INRA (Instituto Nicaragüense de Reforma Agraria). 1995. "Caracterización Municipal de San Ramón, Matagalpa". Nicaragua. 11-15 y 21-23. pp
- FAO-INRA 1995 "Diagnóstico Participativo comarca Yucul San Ramón, Matagalpa"
- FAO 1967 "La Erosión del Suelo por el Agua". Roma, Italia.
- FERRAN, F. 1993 "La Rehabilitación de Cuencas como Estrategia para el Desarrollo Sostenible". Centro Agronómico Tropical y Enseñanza. Turrialba Costa Rica 9-12pp

- GAMEZ, W. 1989. "Evaluación de Índices de Erodabilidad a través de Pérdida de Suelo mediante un Mini simulador de Lluvia. Trabajo de Diploma, ISCA (Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias). Managua, Nicaragua.
- HERWEG, K. 1989. "Erosion, Conservation, and Small-Scale Farming". Geographica Bernesia International Soil Conservation Organisation (ISCO) World Association of Soil and Water Conservation (WASWC). Kansas Ave; Marceline, Missouri 64658.
- HERWEG, K. 1996. "Assessment of Current Erosion Damage". - Soil Conservation Research Programme & Centre for Development and Environment Geografica. Bernesia, Liebefeld. Suiza. 1-69pp.
- HESSE, M. 1994. "Sembradores de Esperanza Conservar para Cultivar y Vivir". Tegucigalpa, Honduras. . 87-120pp.
- HUDSON, N. 1982. " Conservación de suelos" . Editorial Reverté, S.A. Barcelona, España.
- HULL, W.X. 1988. "Manual de Conservación de Suelos". Editorial Limusa S.A. México D.F.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 1991. "Agricultura Sostenible en las Laderas Centro Americanas. San José, Costa Rica
- KIRGBY, M.J; MORGAN, R.P. 1984. "Erosión de Suelos". Editorial, Limusa. México D. F. 4-5 y 16-17pp.
- LEONARD, H, J. 1986. "Recursos Naturales y Desarrollo Económico en América Central: Un perfil ambiental regional. Instituto Internacional para el Desarrollo y el Ambiente" Washington D.C, USA.
- LOUGHRAN, R.J. 1989. "The Measurement of Soil Erosion" Progress in Physical Geography Pág 216-233pp
- MENDOZA, B. 1993. "Evaluación de Prácticas Agropecuarias de Conservación de Suelos Sobre la Erosión y la Producción de Granos Básicos". Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- MALDIDIER, C.; MARCHETTI, P. 1996. "El Campesino-Finquero y el Potencial Económico del Campesinado Nicaragüense", Nitlapán (UCA). Managua, Nicaragua.
- MARIN E. 1992. "Estudio Agroecológico de la Región III y su Aplicación al Desarrollo Agropecuario". Managua, FINNIDA (Agencia Filandesa para el Desarrollo Internacional)
- MORALES, J. 1996. "Conservación de Suelos y Agua" Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.

- MORGAN, RPC; H.J FINNEY, H. LAVEE, E. MERRITT. 1986 "Plant Cover Effects on Hillslope Runoff and Erosion: Evidence from two Laboratory Experiments. 77-96pp.
- MURILLO, G. 1990 "La erodabilidad de Cuatro Series de Suelo Determinado por el Mini Simulador de Lluvia y el Nomograma de Wischmeier". Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- OROZCO, G. 1997 editorial en Revista "Laderas" Año 1 Número 1 PASOLAC. Nicaragua
- PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central). 1997 "Guía Técnica de Conservación de Suelos y Agua" Managua, Nicaragua
- PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central, UNAFARENA (Universidad Nacional Agraria - Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente) UNICAFE (Unión Nicaragüense de Cafetaleros). 1995. Documento preliminar de "Métodos para Evaluar la Erosión Hídrica del Suelo". Managua, Nicaragua.
- PRIMAVESI, A. 1982. "Manejo Ecológico del Suelo" quinta edición Editorial El Ateneo. São Paulo, Brasil.
- SAIN, G. y LOPEZ, M. 1997 "Producción de Maíz y Políticas Agrícolas en Centro América y México" IICA. San José, Costa Rica.
- SALMERON, F. 1998. Inclusión de la Fase VI (metodología), comunicación personal, Managua.
- SOMARRIBA, M. 1989. Planificación Conservacionista de la Finca "El Plantel". Trabajo de Diploma. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua.
- STALLINGS, M. 1989 "El Suelo su Uso y Mejoramiento". Editorial Continental S.A, de C.V. México
- TORRES, E. 1984. "Manual de Conservación de Suelos Agrícolas." 2da impresión. Editorial Diana. México, D. F. 49-51pp.
- VARGAS, M. CLAURE, B. 1995 "Caracterización para Determinar Zonas de Riesgos de Erosión y Degradación de Tierras". Programa de Manejo Integral de Cuencas CORDECCO-COTESU. Cochabamba, Bolivia.
- YOUNG, A. 1989 "Agroforestry for Soil Conservation" Oxon, Reino Unido International/ ICRAF 276pp

ANEXOS

Cuadro No. 1 Métodos de medición y cuantificación de pérdidas de suelo utilizados en Nicaragua

Métodos y metodologías	Clavos y arandelas	Transecto de cárcava	Microparcela de erosión y parcela de escurrimiento	Mini-simulador de lluvia	Levantamiento de erosión actual	Valoración del Daño por Erosión Actual
Breve descripción	<ul style="list-style-type: none"> • Insertar clavos en puntos donde se quiere medir • marcar el nivel actual del suelo (arandela) • medir después de eventos erosivos • la diferencia en las mediciones indica erosión o acumulación de suelo 	<ul style="list-style-type: none"> • se mide el promedio del ancho, largo y profundidad de la cárcava • se realiza 2 veces (al inicio y al final del muestreo) 	<ul style="list-style-type: none"> • delimitar un área (con láminas) • medir después de eventos erosivos • recoger datos de sedimentos y escorrenría en receptores 	<ul style="list-style-type: none"> • medir el impacto de las gotas de lluvia • se realiza a través de la simulación de lluvia 	<p>se hace uso de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • fotointerpretación • observaciones en el campo (huellas de erosión) • mediciones de erosión laminar en surcos y en cárcavas 	<ul style="list-style-type: none"> • completar en el campo diferentes formatos para la descripción del sitio a investigar • mapeo de las huellas de erosión • identificación de las causas de la erosión • estimaciones de pérdida de suelo
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • barato • se puede utilizar en cualquier tipo de suelo que permita la introducción del clavo 	<ul style="list-style-type: none"> • barato si se usa cinta métrica y mecate • se obtiene un promedio de la reducción del área útil de la parcela 	<ul style="list-style-type: none"> • datos obtenidos son bastantes exactos • se puede valorar la eficiencia de prácticas de conservación de suelo (parcelas de escurrimiento) 	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede trabajar en diferentes época del año • existe control de la lluvia 	<ul style="list-style-type: none"> • se logran identificar formas, extensión y causas del proceso erosivo • es aplicable a cualquier nivel finca, subcuenca, cuenca 	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil manejo y aplicación • identifica zonas de riesgos para planificar prácticas de CSA
Limitaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de clavos (información) • interpretación y extrapolación de datos es complejo 	<ul style="list-style-type: none"> • pérdidas estimadas no son muy precisas • pérdidas estimadas sólo para cárcavas 	<ul style="list-style-type: none"> • material para su instalación requiere alto costo • son parcelas aisladas de las áreas colindantes 	<ul style="list-style-type: none"> • se trabaja con una pendiente estándar de 20% (campo y laboratorio) • en la parcela no se puede realizar prácticas de conservación 	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere de fotografías aéreas y estereoscopio • es importante que las fotos sean de la época seca para facilitar la identificación de las huellas de erosión 	<ul style="list-style-type: none"> • precisión de las observaciones disminuye con creciente cobertura vegetal y número de surcos • no se obtienen promedios anuales de pérdida de suelo

Cuadro No. 2 Listado de prácticas de CSA según porcentaje de mantenimiento implementadas en San Ramón.

PRÁCTICA	PORCENTAJE %
No quema	74
Siembra al Espeque	66
Siembra en Curva a Nivel	
Barrera Muerta	
Diques	59
Barrera Viva de Gandul	57
Barrera Viva de caña	52
Abono verde	50
Barrera Viva de Piña	47
Acequia	46
Abono Orgánico	38

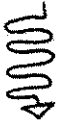

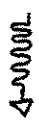




Fuente: Diaz J; et al 1996.

Cuadro No. 3 Características generales de las parcelas y resultados del laboratorio de los análisis del suelo

No de sitio	Area (mz)	* Da gr/cm ³	*Textura del suelo	* M.O %	Ubicación en la ladera	Pend %	Pendiente forma
1	1	0.93	Franco-limoso	5.4	baja	12	irregular
2	1	1.16	Franco-limoso	5.0	central	15	levemente convexa
3	1	1.31	Franco-limoso	9.0	arriba	16	convexa
4	1	1.27	Franco-limoso	5.5	arriba	15	convexa
5	1	1.14	Franco-limoso	5.4	arriba + central	25-30	depresión cóncava-convexa
6	0.5	1.14	Limoso	4.8	central + baja	25	convexa-cóncava
7	0.25	1.25	Franco-arcilloso	4.3	central	15	convexa
8	0.5	1.18	Franco-arcilloso	8.6	central	10-25	convexa
9	0.25	1.30	Arcilloso	5.2	baja	10	convexa
10	3	1.22	Limoso	6.2	arriba + central	40	irregular
11	1.5	1.16	Limoso	5.3	baja	10-20	irregular
12	2	1.70	Limoso	6.9	central	20-30	irregular
13	2	1.18	Franco-limoso	6.9	central	25,30 y 35	irregular
14	1.5	0.83	Franco-limoso	9.3	baja	11	irregular
15	0.25	1.11	Franco-limoso	7.6	baja	11	lineal
16	0.25	1.09	Franco-limoso	6.9	baja	10	lineal
17	1	1.12	Franco-limoso	5.4	baja	15	levemente convexa
18	0.25	1.02	Franco-limoso	6.8	baja	10	lineal
19	0.25	1.05	Franco-limoso	6.8	baja	15	lineal

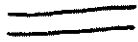
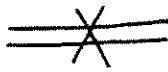
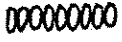


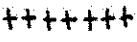

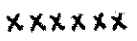

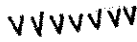
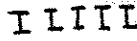

* Fuente: Laboratorio de Suelos y Agua de FARENA.

Cuadro No. 4 Leyenda utilizada en el mapeo de las huellas de erosión

Red de surco		Acumulación	
Surco poco profundo Surco poco profundo y ancho		Derrumbe, cicatriz y acumulación	
Surco profundo Surco profundo y ancho		Sobreflujo	
Surco ancho			











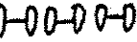





Fuente: Lira, R y Ruiz F. 1997

Cuadro No. 5 Leyenda utilizada para Prácticas de Conservación de Suelos y Agua

Acequia		Acequia derrumbada	
Barrera Muerta		Acequia sedimentada	
Barrera Viva:		Barrera Muerta derrumbada	
Piña		Barrera Muerta sedimentada	
Gandul		Barrera Viva poco densa	
Taiwan			
Caña de Azúcar			
Zacate Limón			

Fuente: Lira, R y Ruiz F. 1997

Cuadro No. 6 Leyenda utilizada para Cultivos, Vegetación Natural y simbología Adicional

Maíz		Frijol	
Bosque		Matorral (monte)	
Pasto		Huerto familiar	
Yuca			
Simbología adicional			
Camino	HHHHH	Casa	
Trocha	=====	Zanja de desagüe	
Carretera		Zanja de tubería	
Cercado (púas)	x — x — x	Límite del cultivo	
Piedra grande		Hundimiento	
Levantamiento (loma)		Cumbre rocosa	

Fuente: Lira, R y Ruiz F. 1997

Cuadro No. 7 Fecha de los muestreos en la aplicación de VADEA

Muestreo	Fecha
1	11-13/06/97
2	19-21/06/97
3	1-4/07/97
4	11-13/07/97

Fuente: Lira, R y Ruiz F. 1997

Cuadro No. 12 Formato de Campo V (Dibujo)

Valoración del Daño por Erosión Actual Formato de Dibujo		
Nombre del Observador:	No. de sitio	No. de sitio
Nombre del sitio:		
Fecha de Observación:		
Leyenda		

Cuadro No 13. Clasificación de surcos y cárcavas

Clasificación	Anchura (cm)	Profundidad (cm)
Surco poco profundo (SPP)	< 25	< 15
Surco poco profundo y ancho (SPPA)	25-200	< 15
Surco profundo (SP)	< 50	15-100
Surco profundo y ancho (SPA)	50-200	15-100
Surco ancho (SA)	> 200	< 100
Cárcava (C)	todas	>100

Fuente: Herweg, 1996.

Cuadro No. 14 Clasificación de la Rugosidad de la Superficie

Clasificación	Características
Muy áspera	No hay superficie lisa entre los agregados
Áspera	Agregados bien visibles
Mediana	Agregados parcialmente desintegrados
Fina/lisa	Pocos agregados permaneciendo
Muy lisa/ casi llano	No hay agregados

Fuente: Herweg, 1996.

Cuadro No. 15 Clasificación del Drenaje del Suelo

Clasificación	Características
Bueno	Casi todo el agua infiltra en el suelo; aun después de un fuerte aguacero no hay escorrentía
Mediano	Después de una tormenta moderada la mayoría del agua superficial infiltra en el suelo después de un aguacero fuerte hay un monto considerable de escorrentia
Pobre	Encharcamientos ocurren después de casi todos los eventos de lluvia

Fuente: Herweg, 1996.

Cuadro No. 16 Clasificación del Porcentaje de Cobertura Vegetal y Rastrojo

Cobertura		Rastrojo	
%	Categoría	%	Categoría
0-20	Muy Pobre	0-40	Poco
20-40	Pobre		
40-60	Moderada	40-60	Moderada
60-80	Densa	60>	Mucho
80-100	Muy densa		

Fuente: Herweg, 1989

Información de los sitios representativos de la Zonas 1 - 4 de las comarcas de La Reyna y Yucul

Cuadro No. 24 Características permanentes de los formatos II - IV del sitio representativo de la zona 1 (sitio 3)

FORMATO 2	ZONA 1 (SITIO 3)
DRENAJE	bueno
PROFUNDIDAD (cm)	> 30
TEXTURA	franco limoso
% DE PENDIENTE	16
FORMA DE LA PENDIENTE	convexa
LONGITUD AL CONTORNO (mt)	85
TIPO DE CULTIVO	maíz y frijol
FORMATO 3	
DIRECCIÓN DE LA LABRANZA	curva a nivel
TIPO DE PRÁCTICA DE RETENCIÓN EN CSA	acequia (7), Bv (5) de gandul y pasto
OTRAS PRACTICAS	incorporación de rastrojo, no quema, labranza cero, siembra al espeque y rastrojo como mulch
FORMATO 4	
ÁREA PENDIENTE ARRIBA ADYACENTE	área de matorral en barbecho
ÁREA PENDIENTE ABAJO SUBYACENTE	área con maíz y frijol

Cuadro No. 25 Características permanentes de los formatos II - IV del sitio representativo de la zona 2 (sitio 5)

FORMATO 2	ZONA 2 (SITIO 5)
DRENAJE	pobre
PROFUNDIDAD (cm)	15-20
TEXTURA	franco limoso
% DE PENDIENTE	25-30
FORMA DE LA PENDIENTE	depresión convexa - cóncava
LONGITUD AL CONTORNO (mt)	137
TIPO DE CULTIVO	maíz y frijol
FORMATO 3	
DIRECCIÓN DE LA LABRANZA	curva a nivel
TIPO DE PRÁCTICA DE RETENCIÓN EN CSA	acequia (6)
OTRAS PRÁCTICAS	no quema, labranza cero, labranza mínima, siembra al espeque y rastrojo como mulch
FORMATO 4	
ÁREA PENDIENTE ARRIBA ADYACENTE	área de matorral y más arriba un área con árboles
ÁREA PENDIENTE ABAJO SUBYACENTE	área pequeña con cítricos y frutales y más abajo (10mt) se encuentra un río

VALORACION DEL DAÑO POR EROSION ACTUAL				
FORMATO 2	SUELO		VEGETACION	OTROS
MUESTREO	RUGOSIDAD	OTROS	% DE COBERTURA	% RASTROJO
1	rugoso a mediana	se observó que en la parte de arriba el suelo era más oscuro con respecto a la parte de abajo	10-20	10
2	mediana		10-20	10-20
3	rugoso a mediana		20-30	20-30
4	mediana		40-50	30-40

FORMATO 3	MANEJO DEL SUELO	OTROS	FALLAS OBSERVADAS EN LAS PRACTICAS DE CSA	OTROS
1	-		Las acequias desde el primer muestro estaban con derrumbes y con acumulación de sedimentos, muy poca protección de BV de <u>gandul</u>	
2	chapodó e incorporó rastrojo, labranza cero siembra la espeque			
3	eliminando maleza con machete y lo deja como mulch			
4	-			

FORMATO 4	ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL S/N	LISTAR AREAS QUE CONTRIBUYEN AL DAÑO COMO Y PORQUE	ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL S/N	LISTAR LAS AREAS CON DAÑOS DE EROSION SUBSECUENTE TIPO DE DAÑO
1	n	el área pendiente arriba	n	el área situada abajo
2	n	en este período lluvioso	n	no se le observó daño
3	n	no se observó contribución	n	subsecuente
4	n	de daño	n	

Cuadro No. 26 Características variantes de los formatos II - IV del sitio representativo de la zona 1 (sitio 3).

Nota El sitio 3 no presentó erosión por surco por lo tanto no se completó el Formato I. pero los formatos restantes del II al IV si fueron llenados

Cuadro No. 27 Datos variantes del formato I del sitio representativo de la zona 2 (sitio 5)

VALORACIÓN DEL DAÑO POR EROSIÓN ACTUAL FORMATO DE CAMPO 1													
Observador/a:	Rasgos de erosión						Cálculos						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
La Reyna Zona 2 Fecha: 12-06-97 20-06-97 2-07-97 11-07-97	No de sitio 5	No de surcos	Longitud promedio	Ancho promedio	Profund. promedio	Tamaño del área	Pérdida del suelo	Pérdida de suelo Σ	Área de daño actual	Área de daño actual Σ	Área de daño actual en % del área total	Pérdida de suelo t/ha	Pérdida de suelo por área de daño actual (Σ/ha)
			m	cm	cm	m ²	t	t	m ²	m ²	%	t/ha	t/ha
MUESTREO													
1		0											
2		3	3.67	50.6	7.75	7,020	0.49		5.57				
		3	1.53	12.16	4.33		0.03	0.52	0.56	6.13	0.08	0.74	848.2
3		2	4.48	43.0	6.41		0.28		3.85				
		3	1.35	17.3	3.5		0.02	0.30	0.70	4.55	0.03	0.42	1,395.3
4		3	4.36	54.53	4.30		0.35		7.13				
		3	1.28	16.63	5.53		0.04	0.39	0.64	7.77	0.11	0.55	501.93

Cuadro No. 28 Características variantes de los formatos II - IV del sitio representativo de la zona 2 (sitio 5)

VALORACION DEL DAÑO POR EROSION ACTUAL				
FORMATO 2	SUELO		VEGETACION	OTROS
MUESTREO	RUGOSIDAD	OTROS	% DE COBERTURA	% RASTROJO
1	mediana	10 % de pedregosidad	20-40	10-20
2	mediana-fina		10-30	10-30
3	mediana-fina		10-30	10-30
4	mediana-fina		1030	10-30

FORMATO 3	MANEJO DEL SUELO	OTROS	FALLAS OBSERVADAS EN LAS PRACTICAS DE CSA	OTROS
1	-		desde el primer muestreo hasta el último las acequias se observaron con acumulación de suelo rastrojo así como derrumbadas	
2	chapodó, labranza cero y mínima siembra la espeque y rastrojo como mulch			
3	-			
4	-			

FORMATO 4	ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL S/N	LISTAR AREAS QUE CONTIRBUYEN AL DAÑO COMO Y PORQUE	ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL S/N	LISTAR LAS AREAS CON DAÑOS DE EROSION SUBSECUENTE TIPO DE DAÑO
1	s	El área de matorral poco denso causó sobreflujo que incidió dentro de la parcela	s	en el área de frutales se concentra la escorrentía proveniente del sitio 5
2	s		s	poco a poco esta escorrentía se reúne al final con el río que esta más abajo
3	s		s	
4	s		s	

Cuadro No. 29 Características permanentes de los formatos II - IV del sitio representativo de la Zona 3 (sitio 13)

FORMATO 2	ZONA 3 (SITIO 13)
DRENAJE	mediano
PROFUNDIDAD (cm)	15-25
TEXTURA	franco limoso
% DE PENDIENTE	25 y de 30-35
FORMA DE LA PENDIENTE	irregular
LONGITUD AL CONTORNO	213
TIPO DE CULTIVO	maíz y frijol
FORMATO 3	
DIRECCIÓN DE LA LABRANZA	cruzada
TIPO DE PRÁCTICA DE RETENCIÓN EN CSA	barrera muerta (23)
OTRAS PRACTICAS	labranza cero y siembra al espeque
FORMATO 4	
ÁREA PENDIENTE ARRIBA ADYACENTE	carretera principal
ÁREA PENDIENTE ABAJO SUBYACENTE	área con maíz y frijol y un área en descanso

Cuadro No. 30 Características permanentes formatos II - IV del sitio representativo de la Zona 4 (sitio 16)

FORMATO 2	ZONA 4 (SITIO 16)
DRENAJE	mediano
PROFUNDIDAD (cm)	15-20
TEXTURA	franco limoso
% DE PENDIENTE	10
FORMA DE LA PENDIENTE	lineal
LONGITUD AL CONTORNO	48
TIPO DE CULTIVO	maíz y frijol
FORMATO 3	
DIRECCIÓN DE LA LABRANZA	cruzada
TIPO DE PRÁCTICA DE RETENCIÓN EN CSA	acequia (2), Bv (1) piña
OTRAS PRACTICAS	labranza cero y siembra al espeque
FORMATO 4	
ÁREA PENDIENTE ARRIBA ADYACENTE	un camino a y más arriba un área cultivada siendo el sitio 15 dicha área
ÁREA PENDIENTE ABAJO SUBYACENTE	un área cultivada y una casa

VALORACIÓN DEL DAÑO POR EROSION ACTUAL FORMATO DE CAMPO 1													
Observador/a:	Rasgos de erosión						Cálculos						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Yucul Zona 3 Fecha: 11-06-97 19-06-97 1-07-97 10-07-97	No de sitio 13	No de surcos	Longitud promedio m	Ancho promedio cm	Profund. promedio cm	Tamaño del área m ²	Pérdida del suelo t	Pérdida de suelo Σ t	Área de daño actual m ²	Área de daño actual Σ m ²	Área de daño actual en % del área total %	Pérdida de suelo Σ/ha t/ha	Pérdida de suelo por área de daño actual (Σ/ha) t/ha
MUESTREO													
1	1	15	46	20	14.040	1.63	1.63	6.9	6.9	0.049	1.16	2,362.3	
	* 1	15	254	54		24.48		38.10					
	* 1	90	136.4	44.36		64.80	89.28	122.7 6	160.86	1.145	63.58	5,550.16	
2	2	4.5	38.75	5.31		0.22	0.22	3.49	3.49	0.025	0.16	630.3	
3	0					-		-	-	-	-	-	
4	2	1.32	20.9	3.125		0.02		0.49					
	2	1.4	37.8	4.025		0.04	0.06	0.98	1.47	0.01	0.04	408.1	
	*1	15	240	48.33		20.56		36					
	*1	90	122	39.33		51.04	71.6	109.8	145.8	1.038	50.99	4,910.8	

Cuadro No. 31 Datos variantes del formato I del sitio representativo de la zona 3 (sitio 13)

VALORACION DEL DAÑO POR EROSION ACTUAL				
FORMATO 2	SUELO		VEGETACION	OTROS
MUESTREO	RUGOSIDAD	OTROS	% DE COBERTURA	% RASTROJO
1	rugosa	arriba el color del suelo era café un poco más oscuro abajo en la parte central el suelo se observaba más rugoso	10-20	10
2	rugosa-mediana		10-20	10
3	rugosa- mediana		20-30	10
4	mediana		30-40	10-20

FORMATO 3	MANEJO DEL SUELO	OTROS	FALLAS OBSERVADAS EN LAS PRACTICAS DE CSA	OTROS
1	quema con fuego, a toda la parcela, siembra al espeque y aplica gramoxone	la quema fue pareja	Las BM dañadas con altura muy baja	
2	aplicó urea y completo	la semilla de frijol se le había podrido	se encontraban derrumbadas, producto de la escorrentía	en las BM se aumentó el daño de derrumbe y la acumulación de sedimento
3	mantiene desmalezado		las BM de la parte de arriba y central totalmente sedimentadas	no hubo levantamiento de las barreras totalmente sedimentadas
4	arriba era menor la cobertura vegetal			mucha erosión por surco producto de las BM

FORMATO 4	ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL S/N	LISTAR AREAS QUE CONTIRBUYEN AL DAÑO COMO Y PORQUE	ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL S/N	LISTAR LAS AREAS CON DAÑOS DE EROSION SUBSECUENTE TIPO DE DAÑO
1	s	la carretera como área compactada fue la fuente principal del sobreflujo	s	área con maíz continuación de los surcos permanentes, prolongación de la escorrentía y erosión
2	s	la cual causó y sigue causando daño de erosión por surco	s	
3	s		s	
4	s		s	

Cuadro No. 32 Características variantes de los formatos II - IV del sitio representativo de la zona 3 (sitio 13).

VALORACIÓN DEL DAÑO POR EROSION ACTUAL FORMATO DE CAMPO 1													
Observador/a:	Rasgos de erosión						Cálculos						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Yucul Zona 4 Fecha: 11-06-97 19-06-97 1-07-97 10-07-97	No de sitio 16	No de surcos	Longitud promedio	Ancho promedio	Profund. promedio	Tamaño del área	Pérdida del suelo	Pérdida de suelo Σ	Área de daño actual	Área de daño actual Σ	Área de daño actual en % del área total	Pérdida de suelo Σ /ha	Pérdida de suelo por área de daño actual (Σ /ha)
			m	cm	cm	m ²	t	t	m ²	m ²	%	t/ha	t/ha
MUESTREO													
1	1	10	40.3	12	1,755	0.52	0.52	4.03	4.03	0.22	2.96	1,290.3	
2	1	5	45.5	6		0.15	0.15	2.27	2.27	0.13	0.85	661	
3	2	4.75	25.9	10.5		0.28	0.282	2.46	2.46	0.14	1.6	1,138.2	
4	2	5.73	36.83	8.03		0.36	0.36	4.22	4.22	0.23	2.05	865.3	

Cuadro No. 33 Datos variantes del formato I del sitio representativo de la zona 4 (sitio 16)

Cuadro No. 34 Características variantes de los formatos de II - IV del sitio representativo de la Zona 4 (sitio 16).

VALORACION DEL DAÑO POR EROSION ACTUAL				
FORMATO 2	SUELO		VEGETACION	OTROS
MUESTREO	RUGOSIDAD	OTROS	% DE COBERTURA	% RASTROJO
1	mediana		20-30	10-20
2	mediana		10-20	10-20
3	mediana		30-40	20
4	mediana		30-40	30-40

FORMATO 3	MANEJO DEL SUELO	OTROS	FALLAS OBSERVADAS EN LAS PRACTICAS DE CSA	OTROS
1	sólo chapoda		desde el primer muestreo hasta el último se observaron con acumulación de suelo y derrumbadas	
2	labranza cero siembra la espeque y aplicación de gramoxone		la acumulación observada en la acequia es producto del derrumbe provocado	
3			por la escorrentía y la sedimentación de suelo en la misma	
4	-			

FORMATO 4	ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL S/N	LISTAR AREAS QUE CONTRIBUYEN AL DAÑO COMO Y PORQUE	ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL S/N	LISTAR LAS AREAS CON DAÑOS DE EROSION SUBSECUENTE TIPO DE DAÑO
1	s	el sitio 15 es la fuente del sobreflujo contribuyendo junto con el camino a la formación	s	el área cultivada con maíz, donde se da acumulación de sedimento.
2	s	de escorrentía causando daños al sitio 16	s	
3	s	principalmente al área que está adyacente a esas dos áreas	s	
4	s		s	

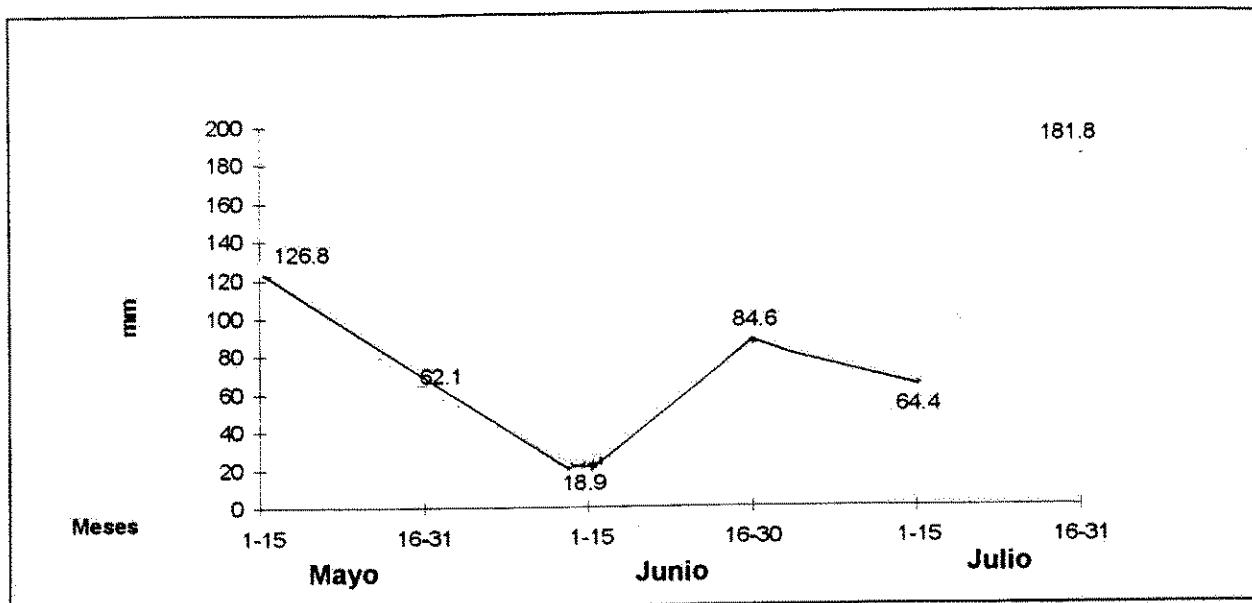


Figura No. 1 Datos de precipitación (mm) del municipio de San Ramón con intervalos quincenales de los meses de mayo a julio 1996

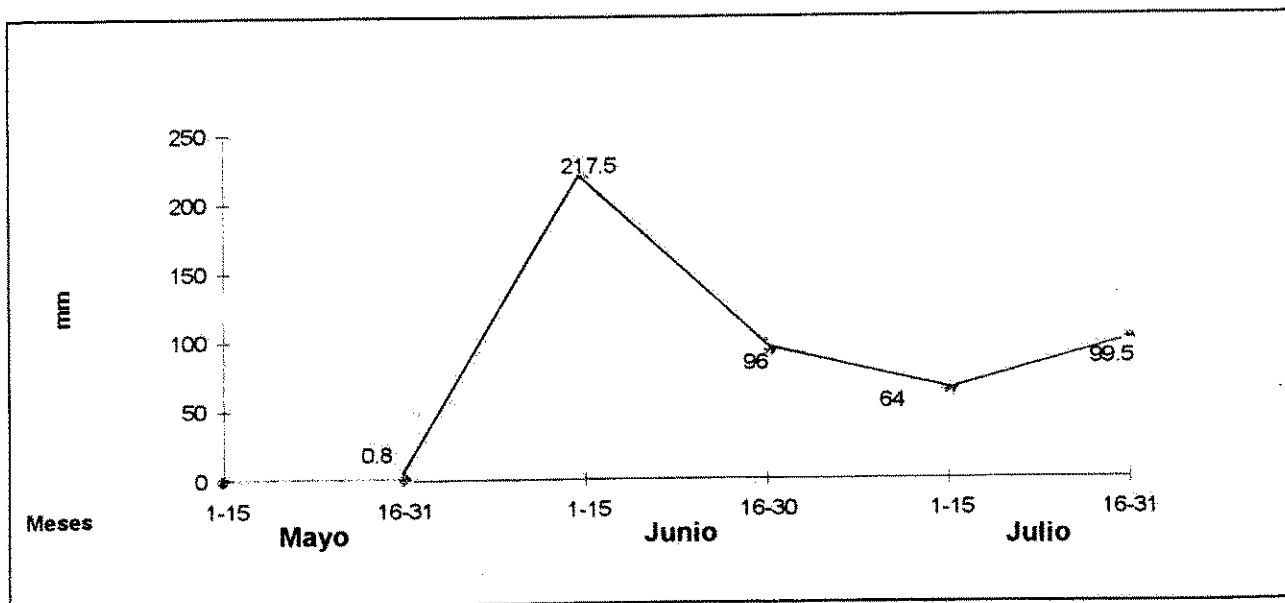


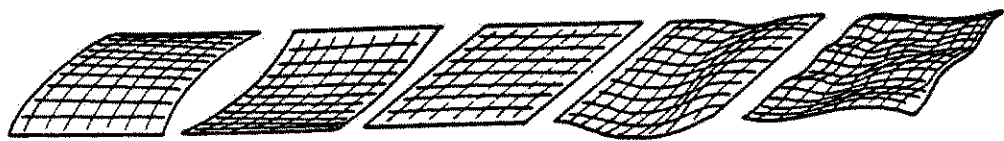
Figura No. 2 Datos de precipitación (mm) del municipio de San Ramón con intervalos quincenales de los meses de mayo a julio 1997

Figura No. 3 Clasificación de la Rugosidad



muy rugosa - rugosa - mediana - fina/lisa - muy lisa/casi llana

Figura No. 4 Forma de la Pendiente



convex

concave

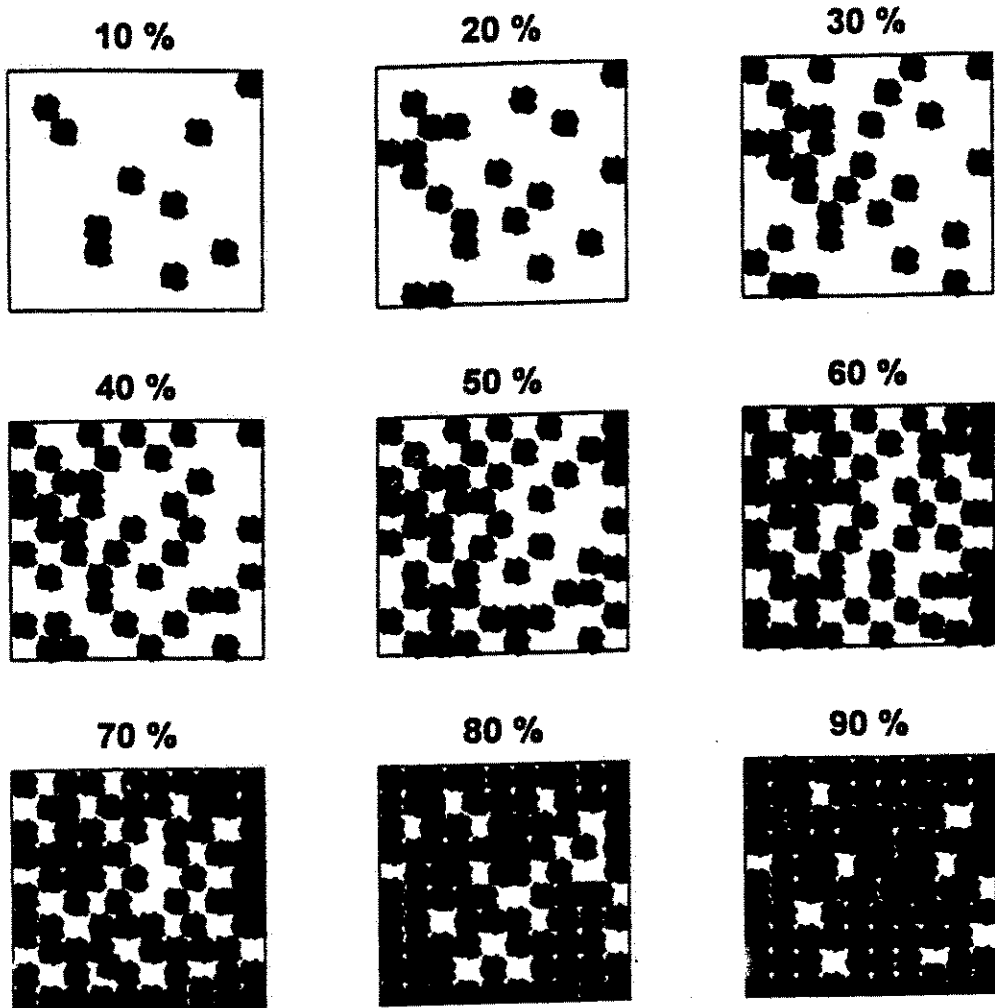
linear

depression
(concave)

irregular
(convex -
concave)

convexo - cóncavo - lineal - depresión (cóncavo) - irregular (convexo-cóncavo)

Figura No. 5 Porcentaje de Cobertura



SITIO REPRESENTATIVO DE LA ZONA 1

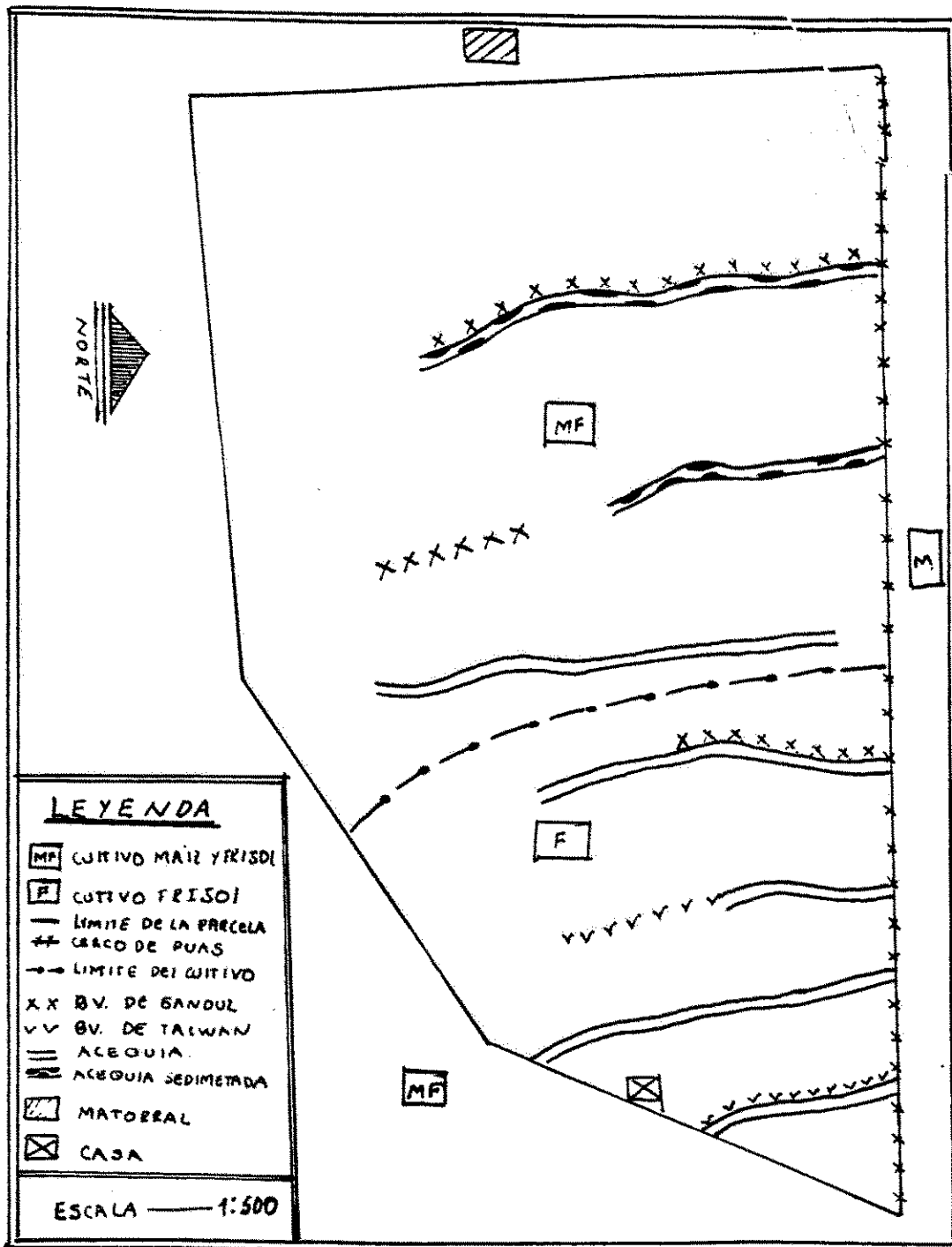


Figura No. 6 Daño de Erosión del sitio 3. Parcela del productor Juan Díaz; Comarca La Reyna San Ramón 1997

SITIO REPRESENTATIVO DE LA ZONA 3

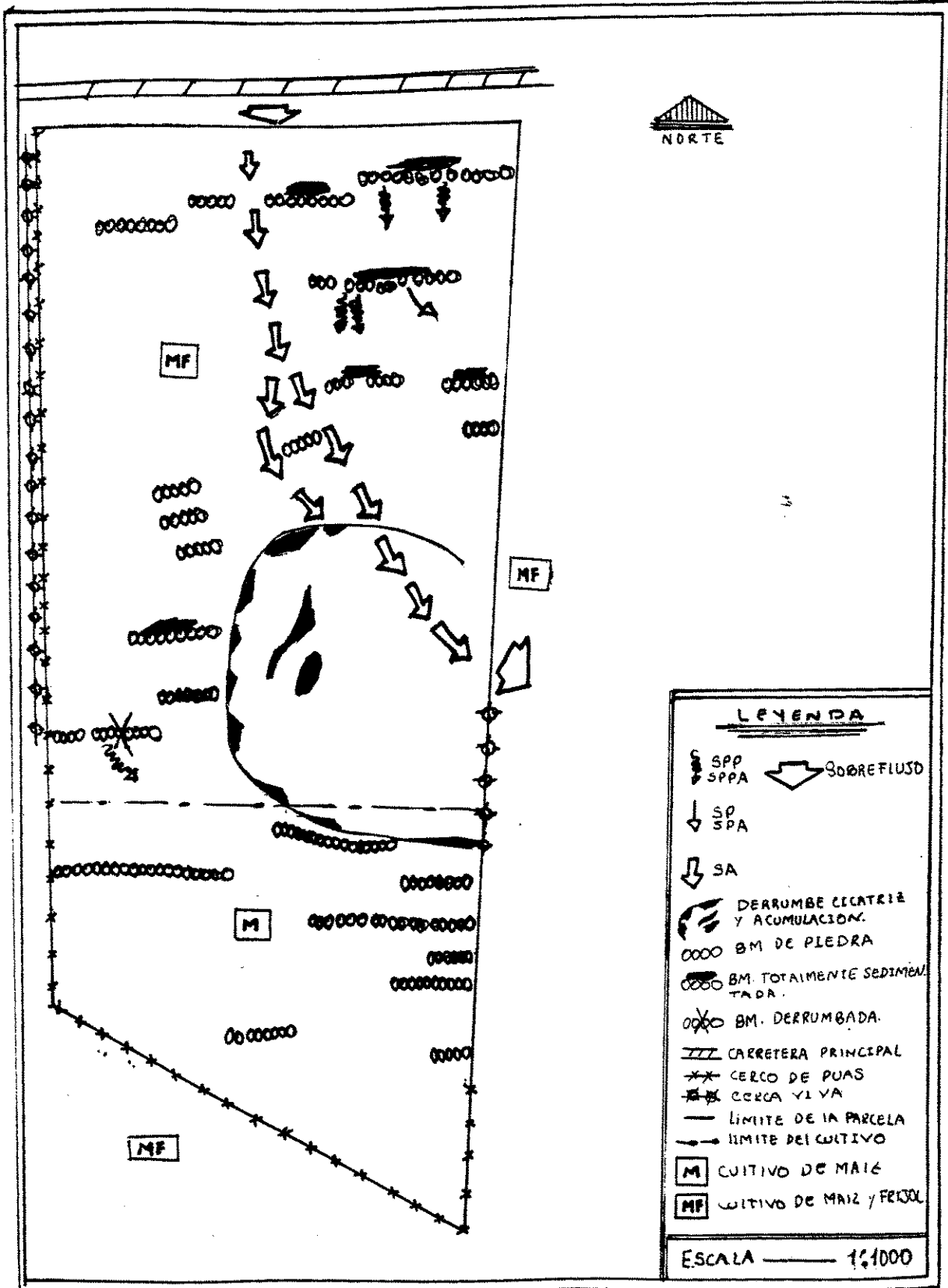


Figura No. 8 Daño de Erosión del sitio 13. Parcela del productor Pedro Cruz; comarca Yucul San Ramón 1997.

SITIO REPRESENTATIVO DE LA ZONA 4

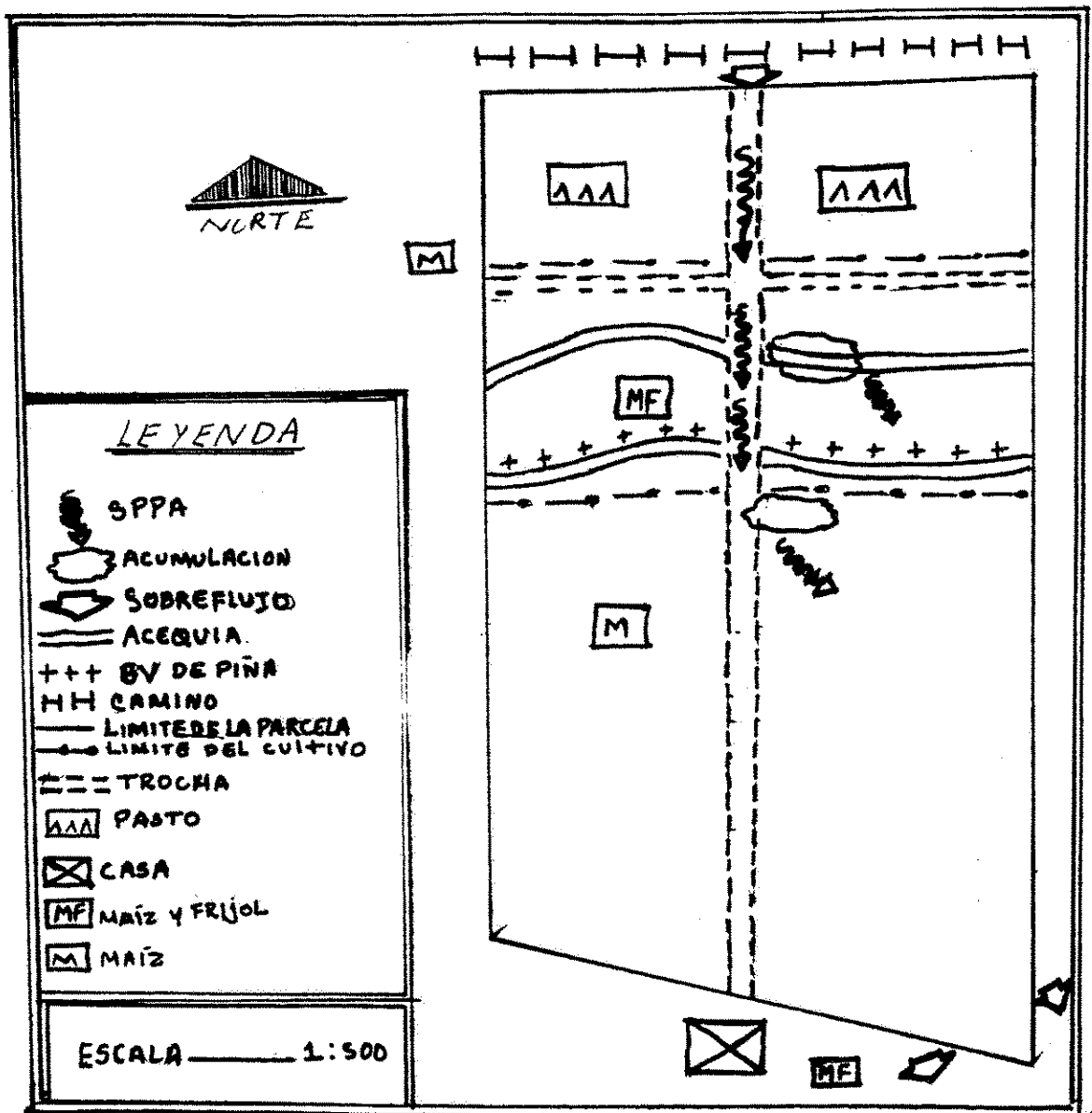


Figura No. 9 Daño de Erosión del sitio 16. Parcela del productor Pantaleón Rodríguez; comarca Yucul San Ramón 1997